



**Université de Montréal**

**La perception naïve non native des voyelles nasales du portugais**

**par Ruth Martinez**

**Département de Linguistique et de Traduction**

**Faculté des Arts et Sciences**

Mémoire présenté à la Faculté des Arts et Sciences en vue de  
l'obtention du grade de Maîtrise en Linguistique

août, 2015

© Ruth Martinez, 2015

**Université de Montréal**

**La perception naïve non native des voyelles nasales du portugais**

**par Ruth Martinez**

**Département de Linguistique et de Traduction**

**Faculté des Arts et Sciences**

Comité d'évaluation :

Daniel Valois, Ph.D, Directeur de recherche.

Heather Goad, Ph.D, Codirectrice.

Michael Dow, Ph.D, Codirecteur.

Mireille Tremblay, Ph.D.

Christine Tellier, Ph.D.

## Résumé

Les adultes peuvent éprouver des difficultés à discriminer des phonèmes d'une langue seconde (L2) qui ne servent pas à distinguer des items lexicaux dans leur langue maternelle (L1). Le Feature Model (FM) de Brown (1998) propose que les adultes peuvent réussir à créer des nouvelles catégories de sons seulement si celles-ci peuvent être construites à partir de traits distinctifs existant dans la L1 des auditeurs. Cette hypothèse a été testée sur plusieurs contrastes consonantiques dans différentes langues; cependant, il semble que les traits qui s'appliquent sur les voyelles n'aient jamais été examinés dans cette perspective et encore moins les traits qui opèrent à la fois dans les systèmes vocalique et consonantique et qui peuvent avoir un statut distinctif ou non-distinctif. Le principal objectif de la présente étude était de tester la validité du FM concernant le contraste vocalique oral-nasal du portugais brésilien (PB). La perception naïve du contraste /i/-/ĩ/ par des locuteurs du français, de l'anglais, de l'espagnol caribéen et de l'espagnol conservateur a été examinée, étant donné que ces quatre langues diffèrent en ce qui a trait au statut de la nasalité. De plus, la perception du contraste non-naïf /e/-/ẽ/ a été inclus afin de comparer les performances dans la perception naïve et non-naïve. Les résultats obtenus pour la discrimination naïve de /i/-/ĩ/ a permis de tirer les conclusions suivantes pour la première exposition à un contraste non natif : (1) le trait [nasal] qui opère de façon distinctive dans la grammaire d'une certaine L1 peut être redéployé au sein du système vocalique, (2) le trait [nasal] qui opère de façon distinctive dans la grammaire d'une certaine L1 ne peut pas être redéployé à travers les systèmes (consonne à voyelle) et (3) le trait [nasal] qui opère de façon non-distinctive dans la grammaire d'une certaine L1 peut être ou ne pas être redéployé au statut distinctif. En dernier lieu, la discrimination non-naïve de /e/-/ẽ/ a été réussie par tous les groupes, suggérant que les trois types de redéploiement s'avèrent possibles avec plus d'expérience dans la L2.

### Mots-clés :

Perception naïve, trait [nasal], Feature Model, redéploiement

# Abstract

Adults may experience difficulties discriminating phonemes of a second language (L2) that do not serve to distinguish lexical items in their native language (L1). Brown's (1998) Feature Model (FM) advances that adults may be able to create new sound categories only if these can be built from contrastive features existing in their L1. This hypothesis has been tested on various consonant contrasts in a number of languages; however, it appears that features applying on vowels have never been examined from this perspective and neither have features that operate both in the vowel and the consonant systems and that may have a contrastive or a non-contrastive status. The main purpose of the present study was to test the validity of the FM with respect to the oral-nasal vowel contrast of Brazilian Portuguese. The naïve perception of the contrast /i/-/ĩ/ by French, English, Caribbean Spanish, and conservative Spanish speakers was examined, given that these four languages differ with respect to the status of nasality. Moreover, the perception of the non-naïve contrast /e/-/ẽ/ was included to compare naïve and non-naïve perception performances. The obtained data for the naïve discrimination of /i/-/ĩ/ allowed to draw the following conclusions for the first exposure to a non-native contrast: (1) the feature [nasal] operating contrastively in the grammar of a given L1 can be redeployed within the vowel system, (2) the feature [nasal] operating contrastively in the grammar of a given L1 may not be redeployed across systems (consonant to vowel), and (3) the feature [nasal] operating non-contrastively in the grammar of a given L1 might or might not be redeployed to contrastive status. Lastly, the non-naïve perception of /e/-/ẽ/ was successful for all groups, suggesting that the three types of redeployment are possible with more experience in the L2.

## Keywords :

Naïve perception, feature [nasal], Feature Model, redeployment

# Table des matières

Résumé .....	1
Abstract.....	2
Table des matières.....	3
Liste des abréviations .....	5
Remerciements .....	6
1. Introduction.....	7
2. La perception de la phonologie L2 .....	9
2.1. La perception naïve.....	9
2.2. Le Feature Model.....	10
2.3. Le trait [nasal].....	14
2.4. La nasalité dans les langues étudiées.....	16
2.4.1. Portugais brésilien .....	16
2.4.2. Français.....	18
2.4.3. Anglais .....	20
2.4.4. Espagnol .....	21
2.5. Le redéploiement du trait [nasal].....	23
3. Méthode .....	29
3.1 Stimuli .....	29
3.1.1 Enregistrement des syllabes.....	29
3.1.2 Création des stimuli .....	31
3.2 Tâche de Discrimination AXB.....	35
3.3. Participants .....	37
3.4. Procédure .....	38
4. Article .....	39
5. Discussion générale .....	97
5.1. Redéploiement du trait [nasal] distinctif au sein du système vocalique.....	98
5.2. Redéploiement du trait [nasal] distinctif du système consonantique au système vocalique.....	99
5.3. Redéploiement du trait [nasal] allophonique au statut distinctif .....	100

5.3.1. Le cas de l'AN .....	101
5.3.2. Le cas de l'EC : Statut allophonique en contexte pseudo-distinctif .....	102
5.3.3. Le domaine de nasalisation du trait allophonique .....	104
6. Conclusion .....	106
Bibliographie .....	109

## Liste des abréviations

**AN** : Anglais

**PB** : Portugais brésilien

**EC** : Espagnol caribéen

**p.ex.** : Par exemple

**ES** : Espagnol conservateur

**dB** : Décibels

**DER** : Differential Energy Ratio

**FM** : Feature Model

**FR** : Français

**Hz** : Hertz

**c.-à-d.** : C'est-à-dire

**ISI** : Intervalle inter-stimulus

**kHz** : Kilohertz

**L1** : Langue maternelle

**L2** : Langue seconde

**ms** : Millisecondes

**PAM** : Perceptual Assimilation Model

**SLM** : Speech Learning Model



## Remerciements

Je tiens à remercier en tout premier lieu mes trois co-directeurs de recherche, sans qui ce projet n'aurait pu prendre forme. Un grand merci à Daniel Valois de m'avoir motivée et d'avoir su me guider tout au long de mon cheminement à la maîtrise. Merci infiniment à Heather Goad, surtout pour sa grande aide dans l'encadrement théorique de la recherche et ses précieux et nombreux commentaires au cours de l'élaboration de la thèse. Enfin, je suis extrêmement reconnaissante pour l'appui de Michael Dow qui, depuis janvier 2015, a donné énormément de son temps pour m'aider, en particulier, dans la création des stimuli et de l'expérience et dans la collecte des données.

Je remercie également la professeure Miriam Díaz qui m'a généreusement permis d'utiliser le Multilingual Speech Laboratory de l'Université Concordia et tout l'équipement disponible pour enregistrer les stimuli et tester les participants. De plus, la contribution des deux locuteurs du portugais brésilien qui ont enregistré les stimuli et de tous les participants qui ont pris part à l'expérience a été grandement appréciée.

Je voudrais aussi remercier mes collègues étudiants et professeurs du Département de Linguistique et de Traduction, spécialement Mireille Tremblay de m'avoir fait découvrir le monde des conférences et du travail académique et Anne Bertrand pour son support moral et intellectuel au cours de l'élaboration de ce projet, ainsi que Victor Boucher et Julien Plante-Hébert pour m'avoir offert leur aide en tout temps.

Finalement, je remercie mes parents et ma soeur pour leur soutien constant, en particulier ma mère Lilian de m'avoir toujours écoutée et donné les meilleurs conseils, et mon copain Nicolas de m'appuyer dans mes études, avec tout ce que cela implique, ainsi que mes amis pour leur encouragement.

Cette étude a été financée par les bourses suivantes : Bourse d'études supérieures du Canada au niveau de la maîtrise (BESC M), Joseph-Armand Bombardier, du Conseil de recherches en sciences humaines (CRSH); Bourse de Maîtrise en Recherche, Fonds de recherche du Québec - Société et culture (FRQSC); Bourse d'excellence Rosdev - Faculté des Études Supérieures et Postdoctorales, de l'Université de Montréal.

# 1. Introduction

La phonologie d'une langue seconde (L2) est rarement acquise au niveau natif par des personnes d'âge adulte. En termes de perception, les adultes non natifs peuvent avoir des difficultés à catégoriser et à discriminer des phonèmes qui ne servent pas à distinguer des items lexicaux dans leur langue maternelle (L1) (p.ex., Best 1995, Brown 1998, Best et Tyler 2007). Bien que la grammaire de la L1 d'un apprenant d'âge adulte pourrait ne pas posséder un certain phonème de la L2, le Feature Model (FM) conçu par Brown (1998) a émis l'hypothèse selon laquelle ce son pourrait être discriminé correctement parmi d'autres si les traits requis fonctionnent de façon distinctive ailleurs dans la phonologie de sa L1. Alors qu'un ensemble de recherches a appuyé ce modèle, ces travaux ont tous étudié des traits distinctifs qui opèrent sur des consonnes de la L1. La présente étude a pour but de vérifier la validité du FM en ce qui concerne un trait qui peut être présent à la fois dans les systèmes consonantique et vocalique et dont le statut peut être distinctif et non-distinctif, notamment le trait [nasal].

La perception naïve est étudiée afin de mieux comprendre les causes des difficultés de perception en L2. En examinant la perception du contraste oral-nasal par des auditeurs qui sont exposés pour la première fois à des voyelles du portugais brésilien, mon objectif est de déterminer si, à la première exposition à un phonème non natif, le trait [nasal] peut être *redéployé*, c'est-à-dire combiné d'une nouvelle façon avec d'autres traits de la L1 (Mah et Archibald 2003, Archibald 2004), afin de créer une nouvelle catégorie vocalique. Plus précisément, les trois possibilités testées consistent à déterminer si ce redéploiement est possible pour créer une nouvelle catégorie vocalique lorsque : (1) le trait fonctionne de manière distinctive dans le système vocalique de la L1 des auditeurs, (2) le trait fonctionne de manière distinctive dans le système consonantique de la L1 des auditeurs, ou (3) le trait fonctionne de manière non-distinctive dans le système vocalique de la L1 des auditeurs.

Pour répondre à ces questions de recherche, quatre groupes de locuteurs de différentes L1s, dont aucune ne possède le phonème /ĩ/, sont examinés: le français européen et québécois, l'anglais canadien, l'espagnol caribéen et l'espagnol conservateur. D'une part, dans la

grammaire du français, le trait [nasal] est distinctif pour les consonnes et les voyelles. D'autre part, dans les systèmes phonologiques de l'anglais et de l'espagnol caribéen, le trait [nasal] est distinctif pour les consonnes et non-distinctif pour les voyelles. Enfin, la grammaire de variétés plus conservatrices de l'espagnol contient seulement le trait fonctionnant de façon distinctive pour les consonnes. Les différences concernant la nasalité dans ces langues nous permettent donc de tester les différentes possibilités de redéploiement du trait [nasal].

Ce mémoire par article s'articule de la façon suivante. La section 2 présente le cadre théorique, les caractéristiques de la nasalité existant dans chacune des langues étudiées ainsi que les prédictions des différentes possibilités de redéploiement. La section 3 décrit en détail la création des stimuli et l'expérience bâtie afin de tester les hypothèses. La section 4 consiste en un article qui expose les résultats obtenus dans les différentes catégories de contrastes de la tâche de discrimination. Finalement, la section 5 est consacrée à la discussion des résultats en vue de répondre aux questions concernant le redéploiement du trait [nasal], alors que la section 6 présente la conclusion de cette étude.

## 2. La perception de la phonologie L2

### 2.1. La perception naïve

Des recherches menées sur des bébés ont montré qu'une réorganisation du système perceptuel a lieu pendant la première année de vie des humains. Les bébés sont d'abord capables de distinguer tous les contrastes existant à l'intérieur et à l'extérieur de leur langue maternelle, mais dès qu'ils commencent à se concentrer sur la perception des sons de leur L1, leur capacité à distinguer des phonèmes non natifs diminue (Kuhl, Conboy, Padden, Nelson et Pruitt 2005). Cette réorganisation perceptuelle semble avoir lieu entre l'âge de six à huit mois pour les voyelles et de dix à douze mois pour les consonnes (Werker et Tees 1984, Polka et Werker 1994). Bien que, après cette période sensible, l'apprentissage de la phonologie d'une L2 est encore possible, la capacité à percevoir des sons non natifs continue à diminuer, spécialement après l'âge de quatre à huit ans (Burnham 1986). Les enfants plus âgés et les adultes qui sont exposés pour la première fois à un contraste phonologique non natif peuvent donc éprouver des difficultés à en distinguer les segments (p.ex., Lisker et Abramson 1970; Werker, Gilbert, Humphrey et Tees 1981; Werker et Lalonde 1988). Un exemple classique est celui des locuteurs adultes du japonais qui n'ont jamais été exposés à l'anglais et qui, par conséquent, échouent à la tâche de discrimination du contraste /r/-/l/ et tendent à assimiler les deux segments au phonème /r/ du japonais (p.ex., Goto 1971; Miyawaki, Jenkins, Strange, Liberman, Verbrugge et Fujimura 1975; MacKain, Best et Strange 1981; Best et Strange 1992).

Cependant, tous les contrastes non natifs n'ont pas le même degré de difficulté de perception (p.ex., Best, McRoberts et Sithole 1988). Afin d'enquêter sur la cause de ces difficultés, certains chercheurs se sont penchés sur les difficultés de perception éprouvées par des *auditeurs naïfs non natifs*, c'est-à-dire idéalement des locuteurs monolingues qui ne se situent pas dans le processus d'apprentissage de la langue en question et qui n'ont jamais été activement exposés à celle-ci (Best et Tyler 2007). La variation au niveau de la performance d'auditeurs naïfs ayant différentes L1s a reflété des similitudes et des différences perçues entre

les sons de la L1 et de la L2 aux niveaux de représentation phonétique et phonologique (p.ex., Best et Strange 1992; Hallé, Best et Levitt 1999; Best, McRoberts et Goodell 2001; Best, Hallé, Bohn et Faber 2003). Par exemple, l'étude de Best et al. (2003) observant la perception des voyelles fermées /i, y, ʊ, u/ du norvégien par des locuteurs du français, de l'anglais et du danois a montré une nette corrélation entre la performance des auditeurs naïfs et les propriétés non-distinctives (articulatoires) et distinctives (phonologiques) de leur L1 respective. Ceci a mené les auteurs à conclure que les difficultés de perception pour les auditeurs naïfs varient principalement en fonction de la grammaire de leur L1.

Comme dans le cas de l'acquisition de la syntaxe d'une L2 (p.ex., White 1988), des chercheurs ont proposé que certaines propriétés linguistiques de la grammaire de L1 sont transférées lors des stades initiaux d'acquisition de la phonologie d'une L2, de cette façon influençant la perception et la production de la parole en L2 (p.ex., Broselow et Finer 1991, Hancin-Bhatt 1994, Best 1995, Brown 1998). Cependant, il n'existe toujours pas de consensus quant aux aspects de la L1 qui sont transférés. Par exemple, Broselow et Finer (1991) soutiennent que c'est le réglage de paramètres de la L1 qui est transféré à la L2 - ce qui influence l'acquisition de regroupements consonantiques non natifs -, alors que Best (1995) suggère que ce sont les catégories phonémiques de la L1 qui sont transférées - ce qui rend possible l'acquisition des phonèmes de la L2. La présente étude examine le point de vue du FM de Brown (1998), selon lequel ce sont plus précisément les traits distinctifs de la grammaire de la L1 qui sont transférés, ce qui favorise ou empêche la création de nouvelles catégories phonémiques dans la L2.

## **2.2. Le Feature Model**

Brown (1998) a proposé un modèle d'interférence phonologique pour expliquer les difficultés de perception de contrastes phonémiques dans lesquels un segment existe et l'autre n'existe pas dans la L1 de l'auditeur. Le FM maintient que les auditeurs non natifs auront la capacité de créer de nouvelles catégories de sons seulement s'ils ont la possibilité de (1) transférer le trait distinctif présent dans le système phonologique de leur L1 à la grammaire de la L2 et (2)

combiner ce trait avec d'autres traits distinctifs de la L1 pour créer une nouvelle catégorie phonémique, ce qui permettra la discrimination du contraste non natif. Ainsi, la construction de nouvelles catégories phonémiques sera possible seulement si celle-ci peut être créée à partir de traits existant dans la L1 des auditeurs (Matthews 1997).

En général, l'hypothèse du FM a largement été soutenue (p.ex., Brown 1998, LaCharité et Prévost 1999, Brown 2000, Larson-Hall 2004, Colantoni et Steele 2008, Jackson et Archibald 2010, Kulikov 2010). Brown (1998) a appuyé cette hypothèse en examinant la perception non native du contraste /r/-/l/ de l'anglais par des locuteurs du japonais. Selon la chercheuse, le trait phonologique qui distingue ces deux phonèmes est le trait [coronal]<sup>1</sup> qui n'a pas de statut distinctif dans la grammaire du japonais. Dans son étude, Brown a comparé la performance de discrimination de ce contraste par des auditeurs de deux L1s dans lesquelles ce contraste est inexistant : le mandarin, qui possède le trait [coronal], et le japonais, qui ne le possède pas. Les résultats ont soutenu les prédictions du FM : les locuteurs du mandarin ont réussi à discriminer le contraste non natif, alors que ceux du japonais ont échoué à la tâche.

Brown (2000) a poursuivi cette investigation avec l'analyse de la perception des contrastes /l/-/r/, /b/-/v/, /p/-/f/, /f/-/v/ et /s/-/θ/ de l'anglais par des locuteurs du japonais, du coréen et du mandarin qui avaient plusieurs années d'expérience dans cette langue. En japonais et en mandarin, /p/ et /f/ correspondent à des phonèmes différents, mais ceci n'est pas le cas pour les quatre autres contrastes. La grammaire du japonais possède les traits nécessaires pour percevoir les contrastes non natifs /b/-/v/ et /f/-/v/, mais pas ceux requis pour distinguer /s/-/θ/ et /l/-/r/. Les traits existant dans la phonologie du mandarin permettraient aux locuteurs natifs de percevoir tous ces contrastes non natifs à l'exception de /s/-/θ/. Quant au coréen, deux traits de la L1 permettraient la perception de /b/-/v/, /p/-/f/ et /f/-/v/, mais les traits permettant de distinguer /l/-/r/ et /s/-/θ/ ne sont pas présents dans cette langue. Les résultats de cette étude ont été conformes aux prédictions du FM : les locuteurs du japonais, du

---

<sup>1</sup> La distinction entre latéraux et rhotiques par l'utilisation du trait [coronal] est controversée. Cependant, l'acceptation de cet aspect particulier de la proposition de Brown n'est pas pertinent à la présente étude ni à l'hypothèse plus générale de Brown quant au transfert et à l'acquisition de nouveaux contrastes segmentaux.

mandarin et du coréen n'ont réussi à percevoir que les contrastes dont les traits nécessaires fonctionnent de manière distinctive dans la grammaire de leur L1.

Toutes les recherches mettant à l'épreuve ce modèle ont évalué la perception de contrastes consonantiques non natifs. Par exemple, LaCharité et Prévost (1999) ont examiné la perception des contrastes /h/-Ø, /θ/-t/ et /ŋ/-n/ de l'anglais par des locuteurs du français québécois. En basant leurs analyses sur une certaine géométrie des traits, LaCharité et Prévost assument que la grammaire du français n'utilise pas l'articulateur [pharyngal] ni le trait [distribué] requis pour la perception des deux premiers contrastes non natifs, mais contient l'articulateur [dorsal] qui est nécessaire à la discrimination du dernier contraste. Conformément à l'hypothèse de Brown, les sujets ont perçu la distinction /ŋ/-n/ de façon exacte. De plus, ils ont été plus performants vis-à-vis de la discrimination de /θ/-t/ que de /h/-Ø. Les auteurs ont donc proposé que les phonèmes non natifs qui nécessitent un articulateur absent de la L1 des auditeurs sont plus difficiles à percevoir que ceux qui requièrent un trait. D'autre part, Larson-Hall (2004) a testé les prédictions des modèles FM et SLM (Speech Learning Model, Flege 1995) en évaluant la perception de contrastes du russe /ʃ/-ʒ/, /ʃ/-ʂ/, /l/-r/, /ts/-t/, /f/-f/, /p/-p/ et /m/-m/ par des locuteurs du japonais. Alors que les prédictions du SLM n'étaient pas appuyées par les résultats d'une tâche de discrimination, les données étaient en accord avec certaines prédictions du FM, telles que la difficulté de discrimination des contrastes /l/-r/ et /ʃ/-ʂ/ qui serait causée par l'absence des traits distinctifs nécessaires dans la phonologie du japonais. En outre, la perception de /b/-p/, /b<sup>h</sup>/-p<sup>h</sup>/, /b/-b<sup>h</sup>/ et /p/-p<sup>h</sup>/ du hindi par des locuteurs de l'anglais et du français a été étudiée par Jackson et Archibald (2010). Ces contrastes requièrent soit le trait [aspiré], qui est distinctif en anglais, soit le trait [voisé], qui est distinctif en français. Les résultats ont montré que les contrastes nécessitant le trait [aspiré] étaient mieux discriminés par les locuteurs anglophones, tandis que les locuteurs francophones étaient plus performants dans la perception de ceux requérant le trait [voisé] que de ceux nécessitant le trait [aspiré], ce qui a confirmé encore une fois les prédictions du FM.

Ces données nous permettent de conclure que les traits distinctifs peuvent être redéployés à partir de consonnes de la L1 pour créer des nouvelles catégories consonantiques

dans la L2. Mais l'hypothèse du FM est-elle aussi valable pour des traits distinctifs qui s'appliquent aussi aux voyelles? Certaines études ont tenté d'élargir l'hypothèse du FM au niveau prosodique (c.-à-d., des contrastes de longueur) (Mah et Archibald 2003, Archibald 2004, Summerell 2010), mais à ma connaissance, aucune étude n'a examiné des contrastes vocaliques phonémiques sous cet angle, et encore moins des traits opérant à la fois sur les consonnes et sur les voyelles. En effet, le redéploiement d'un trait distinctif du système vocalique au système consonantique ou vice versa, comme celui de traits de place d'articulation qui sont généralement présumés s'appliquer aux voyelles et aux consonnes, n'a pas encore été examiné de façon explicite. Par exemple, le trait [coronal] utilisé par Brown (1998) pour contraster /r/ et /l/ devrait être disponible dans le système vocalique du japonais et du mandarin (Clements et Hume 1995). Ainsi, les résultats obtenus dans son étude pourraient suggérer soit que [coronal] n'est pas le trait qui distingue ces phonèmes, soit que le redéploiement du système vocalique au système consonantique n'est pas possible.

D'autre part, les traits non-distinctifs peuvent-ils être redéployés de la même manière que les traits distinctifs? Tel que montré par Best et al. (2003), les propriétés distinctives et non-distinctives de la L1 peuvent avoir un impact sur la perception de sons non natifs. Même si la proposition du FM concerne seulement les traits distinctifs, certaines études suggèrent que le redéploiement de traits non-distinctifs est également possible. Par exemple, Curtin, Goad et Pater (1998) se sont penchés sur l'acquisition perceptuelle de l'aspiration distinctive en thai par des locuteurs anglophones et ils ont trouvé que l'aspiration allophonique de l'anglais facilite la perception du contraste thai aspiré-non-aspiré. Les auteurs ont conclu que les traits allophoniques de la L1 peuvent devenir distinctifs dans l'acquisition d'une L2.

Le trait [nasal] est idéal pour tester différentes interprétations du FM étant donné que celui-ci opère dans les systèmes consonantique et vocalique et qu'il peut porter le statut distinctif et non-distinctif au sein d'une même langue et à travers les langues. Des recherches ayant observé le contraste vocalique oral-nasal suggèrent que ces possibilités de redéploiement méritent une attention particulière. Beddor et Strange (1982) ont examiné cette distinction vocalique chez des locuteurs natifs de l'anglais et du hindi, dont le trait [nasal] contenu dans la



grammaire de leur L1 est non-distinctif et distinctif, respectivement, pour les voyelles. Les deux groupes de locuteurs ont réussi la tâche de discrimination de stimuli synthétiques, mais de manière distincte : alors que la discrimination du contraste était catégorielle pour le groupe de locuteurs du hindi, celle des locuteurs anglophones était continue. Lahiri et Marslen-Wilson (1991) et Ohala et Ohala (1995) ont quant à eux examiné la perception de voyelles orales, nasales, et nasalisées par des locuteurs de l'anglais et du bengali et de l'anglais et du hindi, respectivement. Comme en hindi, le trait [nasal] est distinctif dans la grammaire du bengali. Dans les deux études, les participants étaient exposés à chaque stimulus de façon partielle puis graduellement incrémentée et ils devaient deviner le mot incomplet qui leur était présenté. Les résultats ont montré que lorsqu'exposés à une voyelle nasalisée, les locuteurs anglophones prédisaient que celle-ci était suivie d'une consonne nasale, alors que les locuteurs du bengali et du hindi l'interprétaient comme étant une voyelle nasale phonémique pouvant être suivie d'une consonne orale. Étant donné que les locuteurs de l'anglais semblent capables de distinguer les voyelles nasales des voyelles orales, nous pouvons nous demander s'ils ont la capacité de redéployer soit le trait [nasal] distinctif appartenant au système consonantique de leur L1, soit le trait [nasal] non-distinctif du système vocalique de leur L1 afin de créer une nouvelle catégorie vocalique, ou s'ils perçoivent plutôt la voyelle nasale non native comme une séquence voyelle-consonne nasale (VN). Dans la présente étude, le redéploiement du trait [nasal] sera testé au sein d'un même système (vocalique), à travers les systèmes (vocalique et consonantique), et du statut non-distinctif au statut distinctif.

### **2.3. Le trait [nasal]**

La nasalité peut être phonémique, allophonique (phonologique) ou phonétique. En d'autres mots, elle peut être distinctive (phonémique) ou non-distinctive (allophonique ou phonétique). D'une part, le trait qui fonctionne de manière *distinctive* s'applique sur les consonnes et les voyelles et sert à distinguer des paires minimales de segments oraux-nasaux, tels que les mots anglais *ban* [bæn] 'interdire' versus *bad* [bæd] 'mauvais' pour les consonnes et les mots français *mais* et *main* pour les voyelles. Les consonnes nasales incluent, entre autres,

/n/ et /m/, qui existent dans plus de 75% des langues du vaste corpus de Maddieson (1984). Quant aux voyelles, le trait [nasal] opère de manière distinctive dans plus de 20% des langues, les voyelles les plus fréquentes étant /ĩ/, /ã/ et /ũ/ qui sont présentes dans plus de 10% des langues (Maddieson 1984). De façon universelle, il a été observé que les langues qui utilisent ce trait possèdent le même nombre ou moins de voyelles nasales que leur contrepartie orale (Ferguson 1963). D'autre part, la nasalité *non-distinctive* (phonologique et phonétique) est déterminée par le contexte puisqu'elle est causée par les gestes superposés (coarticulation) d'une voyelle précédée ou suivie d'une consonne nasale dans des séquences NV ou VN (où N=consonne nasale et V=voyelle orale), où la nasalité se propage du segment nasal à la voyelle voisine. Par exemple, dans le mot anglais *ban*, la consonne nasale /n/ cause un processus phonologique d'assimilation régressive à travers duquel la voyelle /æ/ devient [ã].

Cependant, les processus allophoniques et phonétiques diffèrent considérablement. En général, l'assimilation phonologique est présumée être un processus spécifique à la langue, tandis que l'assimilation phonétique est considérée comme étant causée par des contraintes physiologiques liées à l'articulation. Plus précisément, Keating (1988) décrit les règles phonologiques comme s'appliquant de façon catégorielle sur des segments entiers, discrets et intemporels et ayant un effet statique, alors qu'elle caractérise les règles phonétiques comme s'appliquant sur une partie du segment, dont la qualité peut varier avec le temps, de manière graduellement croissante et continue dans le temps et l'espace. Concernant la nasalité, ceci signifie que la cible d'une règle de nasalisation régressive allophonique (séquence VN) serait la voyelle entière, alors que la règle phonétique viserait seulement la dernière partie du segment, ce qui causerait une augmentation du degré de nasalité à travers le temps jusqu'au moment où la consonne nasale est produite. Cependant, il a été démontré que même les voyelles nasales phonémiques ne sont pas entièrement nasalisées (Van Reenen 1982). Selon Solé (1992), le premier processus est projeté par les locuteurs de la langue possédant la règle phonologique en question, tandis que le second est non intentionnel et forcé par des contraintes physiologiques. Ceci est appuyé par sa recherche, puisque dans le cas de la nasalisation allophonique, la longueur de la portion nasalisée varie selon le débit de parole,

tandis qu'aucune variation n'est présente dans le cas de la nasalisation phonétique. De plus, Moraes (1977) a comparé le degré d'ouverture vélopharyngée dans les voyelles nasalisées de façon phonémique, allophonique et phonétique et il a observé que l'ouverture était plus grande dans les cas de nasalisation phonémique et allophonique que dans ceux de nasalisation phonétique, indiquant encore un fois que cette dernière est due à un phénomène purement mécanique.

Les statuts de nasalité phonémique, allophonique et phonétique nous permettent de faire plusieurs prédictions en ce qui concerne l'acquisition d'une voyelle nasale non native qui n'ont pas été abordées par Brown dans le cadre du FM : la création d'une nouvelle catégorie de L2 pour ce son devrait être (1) plus facile dans le cas des locuteurs pour qui la nasalité est distinctive dans leur L1 que dans le cas de ceux pour qui la nasalité est non-distinctive dans leur L1 et (2) plus facile pour des locuteurs dont la L1 utilise le trait [nasal] de façon phonologique que dans le cas de ceux pour qui la nasalité est purement phonétique.

## **2.4. La nasalité dans les langues étudiées**

La grammaire des quatre langues examinées dans la présente étude diffère en ce qui a trait à la nasalité, ce qui permet (1) de comparer la façon dont les voyelles nasales non natives sont acquises par des locuteurs de différentes L1s et (2) d'observer comment le redéploiement du trait [nasal] peut s'effectuer. Les propriétés de la nasalité dans les grammaires du portugais brésilien (PB), du français (FR), de l'anglais (AN), et de deux dialectes de l'espagnol (EC=espagnol caribéen et ES=espagnol conservateur) seront présentées dans cette section.

### **2.4.1. Portugais brésilien**

Le PB a été choisi comme langue cible puisqu'il possède plusieurs voyelles nasales qui ne se trouvent pas en FR, en AN, en EC ou en ES. Le système vocalique inclut sept voyelles orales et cinq voyelles nasales, exhibées dans le Tableau I, ainsi que des diphtongues orales et nasales, qui ne sont pas pertinentes dans le cadre de la présente recherche. De plus, les

voyelles nasales sont longues et les voyelles nasales mi-fermées peuvent être diphtonguées et réalisées comme [ẽĩ] et [õũ].

**Tableau I** : Inventaire des contrastes vocaliques en BP (Brito 1975).

	Antérieures	Centrales	Postérieures
Fermées	i ĩ		u ũ
Mi-fermées	e ẽ		o õ
Mi-ouvertes	ɛ	ẽ	ɔ
Ouvertes		a	

Le Tableau II illustre la distribution des voyelles en PB, où «#» réfère à la frontière du mot, «]» et «.» à la frontière syllabique, «C» à une consonne orale et «N» à une consonne nasale.

**Tableau II** : Distribution des voyelles en PB.

Contexte	Orales	Nasales
_#	[si] ‘si’	[sĩ] ‘oui’
_]C	[‘ta.tu] ‘tact’	[‘tẽ.tu] ‘tellement’
_]N	[ka.‘ma.da] ‘revêtement’	—
_s,ʃ]	[tres] ‘trois’	[trẽs] ‘trains’
_ɸ]	[paɸ.‘tʃiɸ] ‘partir’	—
_N]	—	—

Les voyelles orales et nasales peuvent se trouver dans des syllabes ouvertes ainsi que dans des syllabes fermées par une coda /s/ (ou /ʃ/ dans certaines variétés), mais seulement les voyelles orales peuvent survenir en syllabes fermées par une coda /ɸ/ (et /l/ dans certaines variétés) et être suivies d’une attaque nasale. Les consonnes nasales du PB, /m/, /n/ et /ɲ/, sont seulement présentes dans la position d’attaque et seulement /m/ et /n/ peuvent apparaître en début de mot. Les consonnes nasales ne peuvent pas apparaître en position de coda étant donné qu’elles sont

la cause historique des voyelles nasales phonémiques (Teyssier 1982). Cependant, ces voyelles sont suivies par un murmure nasal, qui est un segment nasal court et consonantique ayant une intensité plus faible qu'une véritable consonne nasale (Gigliotti de Sousa 1994). Dans la grammaire du PB, le trait [nasal] est donc distinctif pour les voyelles et les consonnes. De plus, la nasalité non-contrastive est aussi présente en PB. La nasalisation régressive allophonique prend place dans les syllabes toniques lorsqu'une voyelle orale est suivie d'une consonne nasale en attaque, par exemple dans le mot ['kẽ.ma] 'lit'. D'autre part, la nasalisation purement phonétique est présente dans les syllabes atones, par exemple dans le mot [ka.'ma.da] 'revêtement', où la première voyelle est faiblement nasalisée par coarticulation. Ces deux processus diffèrent en ce qui a trait au degré d'ouverture vélopharyngée, comme démontré par Moraes (1997).

#### **2.4.2. Français**

Dans la grammaire du FR, comme dans celle du PB, le trait [nasal] est distinctif pour les voyelles, les voyelles nasales sont longues et, en FR québécois, elles sont aussi diphtonguées (Delvaux 2006). Cependant, les phonèmes nasals dans ces deux langues diffèrent : alors que la grammaire du PB contient /ĩ, ẽ, ẽ, õ, ã/, le FR européen inclue /ẽ, ẽ, ẽ/ et le FR québécois /ẽ, ẽ, ẽ, ẽ, ẽ, ẽ/. L'inventaire vocalique du FR européen et québécois est présenté dans le Tableau III. Lorsqu'elles diffèrent, les voyelles du FR européen se trouvent sur la première ligne et celles du FR québécois sur la deuxième ligne.

Tel que montré dans le Tableau IV, les voyelles orales et nasales du FR peuvent apparaître en fin de mot ou être suivies par une attaque orale et, dans certains cas marginaux, par une attaque nasale. Elles peuvent aussi avoir lieu après une attaque orale, mais une coda nasale peut seulement être précédée par une voyelle orale. Le trait [nasal] fonctionne aussi de manière distinctive dans le système consonantique du FR, qui inclue /m/, /n/ et /ɲ/. Ces consonnes peuvent apparaître en position d'attaque ou de coda, mais seulement /m/ et /n/ peuvent se trouver en position initiale des mots. En outre, les voyelles orales qui précèdent ou suivent une consonne nasale subissent un processus de nasalisation phonétique par

coarticulation. En particulier, des recherches acoustiques et aérodynamiques ont révélé que la portion nasalisée des voyelles fermées, en particulier celle de /i/, est plus grande que celle des voyelles moyennes et ouvertes (Rochet et Rochet 1991, Delvaux, Demolin, Harmegnies et Soquet 2008). Le pourcentage de nasalisation de /i/ est plus élevé que la moitié de la voyelle, ce qui suggère qu'un processus phonologique de nasalisation pourrait exister en FR. Cependant, ce taux de nasalisation important pourrait plutôt être dû au fait que le phonème /i/ semble être plus court que les autres voyelles en syllabe fermée (Rochet et Rochet 1991).

**Tableau III** : Inventaire des contrastes vocaliques en FR européen et québécois (basé sur Martin 2002, Delvaux 2012).

	Antérieures	Centrales	Postérieures
Fermées	i y		u
Mi-fer-mées	e ø — e ě ø		o
Mi-ou-vertes	ɛ ě œ — ɛ œ œ̃		ɔ ɔ̃
Ouvertes	a — a ă		ă — ɑ

**Tableau IV** : Distribution des voyelles en FR (prononciation européenne) (Dow 2014).

Contexte	Orales	Nasales
_#	[pɛ] 'paix'	[pɛ̃] 'pain'
_]C	[a.ti.ʁe] 'attirer'	[kɑ̃.ti.te] 'quantité'
_]N	[ka.naʁ] 'canard'	[ɑ̃.ne.ʒe] 'enneigé' (marginal)
_C]	[kɔs.mɔs] 'cosmos'	[ʁe.pɔ̃s] 'réponse'
_N#	[ʃɛn] 'chaîne'	—

### 2.4.3. Anglais

Le système phonologique de l'AN ne contient pas de voyelles nasales, alors le trait [nasal] n'opère pas de façon contrastive dans le système vocalique. Le Tableau V présente l'inventaire vocalique de l'AN nord-américain, en excluant les diphtongues.

**Tableau V:** Inventaire vocalique de l'AN (basé sur Kurath 1977).

	Antérieures	Centrales	Postérieures
Fermées	i ɪ		u ʊ
Mi-fermées	e	ə	o
Mi-ouvertes	ɛ		ʌ ɔ
Ouvertes	æ		ɑ

Le trait [nasal] fonctionne de manière contrastive dans le système consonantique de l'AN, qui inclut /m/, /n/ et /ŋ/. Les deux premiers segments peuvent se manifester en position d'attaque ou de coda, tandis que /ŋ/ peut seulement apparaître en position coda. Tel que montré dans le Tableau VI, le trait [nasal] opère aussi de façon non-contrastive dans le système vocalique de l'AN à travers des processus de nasalisation progressive et régressive (p.ex., Donegan et Stampe 1978). La nasalisation régressive en AN est représentée par une règle phonologique qui cause la propagation de la nasalité de la consonne sur la voyelle orale précédente dans les syllabes fermées par une coda nasale (p.ex., Lahiri et Marslen-Wilson 1991, Solé 1992). Par exemple, le mot *bean* /bin/ 'haricot' est réalisé comme [bĩn]. La nasalisation régressive est souvent bloquée ou est plus faible dans les syllabes ouvertes suivies par une attaque nasale (V.N ou V#N) ; dans ce cas, elle est due uniquement à la coarticulation phonétique des segments (p.ex., Clumeck 1975). Quoique Cohn (1993)<sup>2</sup> ait proposé que la nasalisation régressive en AN est un processus phonétique, même dans les syllabes fermées, étant donné que celui-ci est gradient et non catégoriel, la nasalisation est stable et s'étend sur

<sup>2</sup> La caractérisation du processus de nasalisation de l'AN par Cohn (1993) comme étant phonétique est probablement due au fait qu'elle le compare à des langues comme le FR et le sundanais et qu'elle n'examine pas des langues comme l'ES. Cependant, une comparaison du FR, de l'AN et de l'ES indique clairement trois statuts différents de nasalisation vocalique et son usage du statut phonétique semble correspondre plus adéquatement au processus de nasalisation de l'ES qu'à celui de l'AN.

une bonne partie de la voyelle, contrairement à l'espagnol, et la gradience est prédictible selon le contexte et le débit de parole (p.ex., Clumeck 1975, Rochet et Rochet 1991, Solé 1992). De plus, un processus optionnel d'élision de la coda nasale peut se produire lorsque la consonne est suivie d'une occlusive sourde qui apparaît dans la même syllabe (p.ex., *bent* [bɛ̃t] 'courbé') (p.ex., Zue et Laferrière 1979, Cohn 1993). Dans ce contexte particulier, la voyelle précédente est nasalisée de façon catégorielle.

**Tableau VI** : Distribution vocalique en AN.

Contexte	Orales	Nasal(isé)es
_#	[bi] 'abeille'	—
_]C	['bi.tən] 'battu'	—
_]N	[kli.nər] 'plus propre'	—
_C]	[bit] 'vaincre'	—
_N]	—	[bĩn] 'haricot'
_NC]	—	[bẽ(n)t] 'courbé'

#### 2.4.4. Espagnol

La grammaire de l'espagnol ne possède pas le contraste phonémique oral-nasal pour les voyelles. Comme l'illustre le Tableau VII, seulement cinq voyelles constituent l'inventaire vocalique de l'espagnol.

**Tableau VII** : Inventaire vocalique de l'espagnol.

	Antérieures	Centrales	Postérieures
Fermées	i		u
Moyennes	e		o
Ouvertes		a	

Les voyelles de l'espagnol peuvent se trouver en fin de mot et peuvent être suivies par une coda ou une attaque orale ou nasale, tel que montré dans le Tableau VIII. Cette langue utilise le trait [nasal] de manière distinctive pour les consonnes, qui consistent en /n, m, ɲ/. Les



trois consonnes nasales peuvent apparaître en position d’attaque et seulement /n/ peut survenir en fin de mot. Les consonnes nasales se manifestent aussi en position coda, où elles s’assimilent à la place d’articulation de la consonne suivante (p.ex., *enfermo* [emfermo] ‘malade’) (Harris 1969).

Dans les dialectes caribéens (EC) ainsi que dans les variétés d’Andalousie et d’Estrémadure, les codas nasales sont affaiblies en position médiane et finale de mot et la voyelle orale précédente est nasalisée (p.ex., Terrell 1975, Cedergren et Sankoff 1975, D’Introno et Sosa 1988, Sampson 1999, Colantoni et Kochetov 2012). L’affaiblissement de la coda nasale semble se trouver dans un continuum, où le segment peut être produit comme une consonne vélaire [ŋ], un glissement [ỹ], une consonne nasale n’ayant pas de place d’articulation [N] ou elle peut être entièrement élidée. Par exemple, le mot *tan* ‘tellement’ peut être réalisé, entre autres, comme [tan], [tãŋ] ou [tã].

Bien que la réalisation de la coda nasale dans ces variétés ait été soigneusement examinée du point de vue sociolinguistique, à ma connaissance, la nasalisation de la voyelle précédente n’a pas été étudiée à partir d’une perspective phonétique, à l’exception du manuscrit de Lederer (2003). Son étude aérodynamique a révélé que les voyelles suivies d’une consonne nasale vélarisée en espagnol cubain sont nasalisées de façon catégorielle. De plus, Cedergren et Sankoff (1975) ont reporté qu’en espagnol panaméen les voyelles fermées favorisent l’élision et, lorsque les codas nasales sont absorbées (68% des cas), la nasalisation de la voyelle précédente est obligatoire.

L’élision de la coda nasale est présente dans toutes les variétés d’EC, mais la fréquence du processus varie d’une variété à l’autre et selon le style de parole (Terrell 1975, Colantoni et Kochetov 2012). Ce phénomène donne naissance à des syllabes C $\tilde{V}$ , où des voyelles nasales peuvent figurer dans un contexte pseudo-distinctif en position médiane et finale des mots et doivent être interprétées par les locuteurs de l’EC comme étant distinctes de leur contreparties orales. La grammaire de l’EC possède donc un trait [nasal] pour les voyelles qui est allophonique, mais qui peut s’appliquer dans des contextes pseudo-distinctifs. Ce changement en cours ayant lieu en EC peut donc être considéré hypothétiquement comme une transition

d’une grammaire comme celle de l’AN, où la nasalisation est allophonique, à une grammaire comme celle du FR, où la nasalité est distinctive pour les voyelles.

D’autres variétés de l’espagnol (ES), tel que l’espagnol mexicain, argentin et certaines variétés péninsulaires, sont plus conservatrices à cet égard. Dans ces variétés, les consonnes nasales en position coda ne sont pas affaiblies (p.ex., Harris 1969, Quilis 1993, Colantoni et Kochetov 2012) et il a été montré que la nasalisation de la voyelle dans le contexte VN est faible et gradiente (Fails 2011). De plus, Solé (1992) a comparé la production de locuteurs de l’ES péninsulaire et de l’AN afin de déterminer si la nasalisation allophonique était présente dans les deux langues. Les participants devaient répéter une phrase avec cinq débits de parole différents. Alors que pour les locuteurs d’AN la nasalisation couvrait une portion plus ou moins grande de la voyelle dans les débits plus lents et plus rapides respectivement, pour les locuteurs d’ES la partie nasalisée était la même petite portion dans les cinq débits de parole. Ceci a mené l’auteure à conclure qu’en AN la nasalisation régressive est allophonique, tandis que dans les variétés de l’ES la nasalisation est un processus purement phonétique.

**Tableau VIII** : Distribution vocalique en ES et EC.

	Espagnol conservateur	Espagnol caribéen	
Contexte	Orales	Orales	Nasal(isé)es
_#	[te] ‘thé’	[te] ‘thé’	—
_]C	[‘te.la] ‘tissu’	[‘te.la] ‘tissu’	—
_]N	[‘te.ma] ‘thème’	[‘te.ma] ‘thème’	—
_C]	[‘tar.ta] ‘tarte’	[‘tar.ta] ‘tarte’	—
_N]	[tan] ‘tellement’	[tan] ‘tellement’	[tã(ŋ)] ‘tellement’

## 2.5. Le redéploiement du trait [nasal]

Le terme *redéploiement* fait référence à la combinaison d’un trait de la L1 avec un ensemble d’autres traits de la L1 afin de créer une nouvelle catégorie phonémique (Mah et Archibald 2003, Archibald 2004). Dans la présente étude, la voyelle nasale /ĩ/ du PB a été choisie pour tester la perception naïve du contraste vocalique oral-nasal par des locuteurs monolingues du

FR, de l'AN, de l'EC et de l'ES. En basant les prédictions sur l'hypothèse du FM, les auditeurs naïfs doivent redéployer le trait [nasal] disponible dans leur L1 afin de créer une nouvelle catégorie pour ce son non natif. Le contraste Ci-Cĩ nous permettra de tester trois différentes options de redéploiement à la première exposition au contraste oral-nasal:

- (1) le redéploiement de traits distinctifs au sein du système vocalique,
- (2) le redéploiement de traits distinctifs du système consonantique au système vocalique,
- (3) le redéploiement de traits allophoniques au statut distinctif.

Tel qu'expliqué dans la section 2.3, le trait [nasal] peut fonctionner de manière distinctive sur les voyelles (p.ex., FR européen / $\tilde{e}$ / vs. / $\epsilon$ /) et sur les consonnes (p.ex. AN /n/ vs. /d/). Ceci donne lieu aux possibilités de redéploiement (1) et (2). Sous l'option (1), le trait [nasal] serait redéployé d'une voyelle native sur laquelle s'applique le trait distinctif à une voyelle native sur laquelle le trait ne s'applique pas. Si cette possibilité est avérée, nous nous attendons à ce que seul le groupe FR puisse discriminer le contraste /i/-/ĩ/ en combinant le trait [nasal] qui fonctionne de façon distinctive sur les voyelles de la L1 pour créer la catégorie phonémique /ĩ/. Les locuteurs d'AN, d'ES et d'EC ne seraient pas capables de discriminer ce contraste dû à l'inexistence du trait [nasal] distinctif pour les voyelles dans la grammaire de leur L1. Les résultats attendus sont montrés dans le Tableau IX.

**Tableau IX** : Résultats attendus si le trait [nasal] distinctif est redéployé de V à V (option 1).

Contraste	[nas] distinctif pour V	Pas de [nas] distinctif pour V	Résultats de discrimination
Ci-Cĩ	FR		✓
		AN	x
		EC	x
		ES	x

Sous l'option (2), le trait [nasal] qui opère de manière distinctive sur les consonnes de la L1 serait redéployé au système vocalique pour créer une nouvelle catégorie. Dans ce cas, les quatre groupes d'auditeurs devraient performer de la même façon : ils devraient être capables

de percevoir le contraste Ci-Cĩ vu que les quatre L1s possèdent le trait [nasal] distinctif pour les consonnes, tel qu'illustré dans le tableau suivant.

**Tableau X** : Résultats attendus si le trait [nasal] distinctif est redéployé de C à V (option 2).

Contraste	[nas] distinctif pour C	Résultats de discrimination
Ci-Cĩ	FR	✓
	AN	✓
	EC	✓
	ES	✓

Selon la proposition de Brown, le FM s'applique seulement aux traits distinctifs, mais il existe la possibilité que cette hypothèse soit aussi valable pour les traits allophoniques (p.ex., voyelles nasalisées en AN). Sous l'option (3), le trait [nasal] allophonique pour les voyelles pourrait être utilisé pour percevoir une voyelle nasale non native si le statut du trait devient distinctif.

Tel que mentionné précédemment, plusieurs études ont montré que les locuteurs d'AN seraient capables de percevoir le contraste vocalique oral-nasal (Beddor et Strange 1982, Lahiri et Marslen-Wilson 1991, Ohala et Ohala 1995). Cependant, différentes raisons pourraient être la cause de cette performance. D'une part, le trait [nasal] peut avoir été redéployé du système consonantique de l'AN au système vocalique (option 2), tout en créant des nouvelles catégories de voyelles, et d'autre part, la nasalité allophonique peut être devenue contrastive (option 3). Pour que cette dernière possibilité ait lieu, le trait [nasal] qui opère de façon non-distinctive sur les voyelles (et qui est obligatoirement suivi d'un trait [nasal] distinctif dans les séquences VN) doit être complètement dissocié de la consonne nasale suivante. Cependant, il est possible que cette dissociation n'ait pas lieu, ce qui causerait la perception d'une consonne nasale illusoire suivant la voyelle. Dans ce cas, le contraste vocalique oral-nasal pourrait être perçu comme CV vs. CVN au lieu de CV vs. Cĩ. Afin de déterminer si cette perception erronée a lieu, les formes suivantes de contrastes ont été incluses dans l'expérience : Cĩ-CVN et Cĩ-CĩN.

Ces deux formes de contrastes pourraient mener à une autre difficulté dans l'interprétation des résultats, étant donné que la structure syllabique des deux catégories de stimuli qui sont comparées n'est pas la même. L'absence versus la présence de la coda (p.ex., Cĩ vs. CVN) pourrait être assez saillante pour les auditeurs, ce qui les aiderait à distinguer les deux stimuli. Par conséquent, afin de confirmer que le trait [nasal] soit complètement redéployé au statut distinctif (option 3), la forme de contrastes CVN-CĩN a aussi été incluse.

Le tableau suivant illustre les résultats attendus pour cette possibilité de redéploiement. Tel que dans la première possibilité de redéploiement, le groupe FR devrait réussir la tâche de discrimination à l'aide du trait [nasal] distinctif pour les voyelles de leur L1. Puis, les locuteurs d'AN et d'EC devraient se comporter de la même façon étant donné la présence du trait [nasal] allophonique dans le système vocalique de leur L1. Finalement, le groupe ES ne devrait pas être en mesure de discriminer le contraste non natif puisque la L1 des locuteurs ne possède ni le trait [nasal] distinctif ni celui allophonique pour les voyelles, ne permettant pas le redéploiement.

**Tableau XI** : Résultats attendus si le trait [nasal] allophonique est redéployé au statut distinctif (option 3).

Contraste	[nas] distinctif pour V	[nas] allophonique pour V	Pas de trait [nas] pour V	Discrimination results
Ci-Cĩ	FR	AN EC	ES	✓ ✓ ✓ x

Si les quatre groupes d'auditeurs perçoivent Ci-Cĩ correctement, ce pourrait aussi être dû à l'effet de centralisation des voyelles nasales. La centralisation est causée par l'interaction entre les formants oraux et nasals (Maeda 1993). Pour les voyelles fermées, le formant nasal est plus élevé que le premier formant de la contrepartie orale, alors une voyelle nasale fermée peut être perçue comme étant plus basse qu'elle ne l'est vraiment. Pour les voyelles ouvertes, le formant nasal est plus bas que le premier formant de la voyelle orale correspondante, ce qui

donne l'impression perceptuelle que la voyelle nasale est plus haute que sa contrepartie orale. De plus, Krakow, Beddor, Goldstein et Fowler (1988) ont observé que la hauteur perçue des voyelles nasales non-contextuelles (p.ex., [b<sup>̃</sup>ɖd]) variait de celle de la contrepartie orale, alors que celle des voyelles nasalisées de manière contextuelle (p.ex., [b<sup>̃</sup>ɖnd]) ne variait pas. Dans la présente étude, le phonème /i/ pourrait être perceptuellement interprété comme étant plus bas que sa contrepartie /i/, se ressemblant alors à /ẽ/. Les contrastes Cĩ-Cẽ et CĩN-CẽN ont donc été ajoutés à la tâche de discrimination afin de vérifier que ce phénomène ne biaise pas les résultats. Une catégorie de contrastes contrôle a aussi été incluse et compte les formes de contrastes CV-CVN et CV-C<sup>̃</sup>VN et le contraste CĩN-CeN.

En outre, la voyelle nasale /ẽ/ a aussi été testée afin de comparer la perception non-naïve de ce phonème avec la perception naïve du phonème /i/ et de mieux interpréter les résultats obtenus dans cette dernière catégorie. La grande majorité des locuteurs d'AN, d'EC et d'ES vivant à Montréal ont déjà été activement exposés au FR dans un contexte formel (salle de classe) ou informel. Par conséquent, la perception de ce phonème, existant aussi dans la grammaire du FR, n'est pas naïve pour les sujets ayant participé à la présente étude et nous permet de déterminer si un trait qui n'a pu être redéployé à la première exposition à un segment non natif peut être redéployé avec plus d'expérience dans la L2. Finalement, nous nous attendons à ce que le contraste /e/-/ẽ/ soit discriminé correctement par les locuteurs du FR, étant donné que la grammaire du FR québécois possède le segment /ẽ/ et que le trait [nasal] du FR européen fonctionne de façon distinctive sur la voyelle mi-ouverte /ẽ/. Donc, soit le trait pourra être redéployé pour créer la catégorie /ẽ/, soit le phonème pourra être assimilé au segment /ẽ/ du FR européen, comme prédit par le modèle Perceptual Assimilation Model (PAM) proposé par Best (1995). Un résumé des catégories de contrastes utilisées pour examiner la perception naïve et non-naïve du contraste oral-nasal du PB se trouve dans le tableau suivant.

**Tableau XII** : Résumé des catégories de contrastes examinées.

Catégorie de contrastes	Discrimination	Formes de contrastes
Perception naïve	ĩ perçu comme i	Ci-Cĩ
Perception non-naïve	ẽ perçu comme e	Ce-Cẽ
Illusion perceptuelle	Ũ perçu comme VN ou ŨN	CŨ-CVN CŨ-CŨN
Structure syllabique	absence-présence de N dans Ũ-VN	CVN-CŨN
Centralisation des voyelles nasales	ĩ perçu comme ẽ	Cĩ-Cẽ CĩN-CẽN
Contrôle		CV-CVN CV-CŨN CiN-CeN

### 3. Méthode

Dans le but de tester les différentes options de redéploiement de traits pour la perception naïve et non-naïve du contraste oral-nasal du PB, la tâche de Discrimination AXB a été utilisée. La création et la procédure de l'expérience seront décrites dans la présente section.

#### 3.1 Stimuli

Les stimuli expérimentaux consistaient en des monosyllabes orales ouvertes (CV), nasales ouvertes (C $\tilde{V}$ ), orales fermées (CVN) et nasales fermées (C $\tilde{V}$ N). Les consonnes en position d'attaque étaient /p/, /k/, /f/ et /s/, qui étaient présumées ne pas avoir d'effet sur la voyelle suivante, et la coda nasale dans les syllabes fermées était /ŋ/. Cette dernière a été choisie parce qu'il s'agit de la consonne nasale la plus proche des voyelles, souvent considérée comme un glissement nasal ou une consonne nasale sans place d'articulation [N] (McCarthy 2008). Tel que mentionné précédemment, les voyelles testées étaient /ĩ/, /i/, /ẽ/ et /e/. Les stimuli ont été créés à partir de syllabes enregistrées. Dans cette sous-section, la création et la modification des stimuli seront détaillées.

##### 3.1.1 Enregistrement des syllabes

Les syllabes enregistrées consistaient en 36 types monosyllabiques des formes CV, C $\tilde{V}$ , N $\tilde{V}$ , CVC et CVN. Les segments qui constituaient ces syllabes étaient les mêmes que ceux des stimuli avec, de plus, deux attaques nasales /m/ et /n/ (dans N $\tilde{V}$ ) et une coda orale /g/ (dans CVC)<sup>3</sup>. Le Tableau XIII montre les syllabes enregistrées (et les segments précis) utilisés pour créer les stimuli expérimentaux. Pour les stimuli CV et C $\tilde{V}$ , les syllabes correspondantes ont été enregistrées. De plus, étant donné que les voyelles nasales suivant une attaque nasale ont un degré de nasalité plus élevé dû à un processus de nasalisation progressive, des syllabes N $\tilde{V}$  ont été enregistrées dans le cas où des voyelles nasales dans certaines syllabes C $\tilde{V}$  aient un

---

<sup>3</sup> Des syllabes CVd et CVn étaient aussi enregistrées afin de créer des stimuli CVn et C $\tilde{V}$ n (totalisant 52 types de syllabes enregistrées), mais elles étaient par la suite exclues étant donné que la coda nasale de plusieurs occurrences était perçue comme /ŋ/ par les chercheurs et ceci aurait pu biaiser les résultats.



degré de nasalité trop bas et requièrent d’être remplacées. Deux attaques nasales ont été utilisées dans le but de respecter la place d’articulation dans les transitions attaque-voyelle (p.ex., m $\tilde{V}$  et p $\tilde{V}$ ). Finalement, les stimuli CV $\eta$  et C $\tilde{V}$  $\eta$  ont été créés à partir de segments d’autres syllabes enregistrées afin d’assurer que les voyelles étaient orales ou nasales, respectivement, étant donné que ces formes de syllabes ne sont pas bien formées en PB. Pour les stimuli CV $\eta$ , l’attaque et la voyelle des syllabes CVg ont été combinées avec la coda des syllabes CV $\eta$ . La coda de CVg était nécessaire afin de s’assurer que les transitions voyelle-coda nasale étaient respectées (Vg vs. V $\eta$ ). Pour les stimuli C $\tilde{V}$  $\eta$ , des syllabes C $\tilde{V}$  étaient combinées avec des syllabes CV $\eta$ .

**Tableau XIII** : Stimuli expérimentaux créés à partir de syllabes enregistrées.  
Les segments en caractères gras ont été utilisés pour créer les stimuli.

Stimuli expérimentaux	Syllabes enregistrées
CV:	<b>CV</b>
C $\tilde{V}$ :	<b>C<math>\tilde{V}</math></b> <b>C<math>\tilde{V}</math> + N<math>\tilde{V}</math></b>
CV $\eta$	<b>CVg + CV<math>\eta</math></b>
C $\tilde{V}$ $\eta$	<b>C<math>\tilde{V}</math> + CV<math>\eta</math></b>

Deux locuteurs natifs du PB, un homme et une femme, ont enregistré les syllabes dans une cabine insonorisée dans le Multilingual Speech Laboratory de l’Université Concordia, à Montréal. Les deux locuteurs avaient un niveau de compétence très avancé en anglais et étaient des spécialistes en phonologie et en didactique, respectivement. Les enregistrements ont été effectués en mode stéréo en utilisant Praat (Boersma et Weenink 2015), échantillonnés à une fréquence de 44.1 kHz, et en se servant d’un nasomètre Glottal Enterprises (NAS-1 SEP Clinic) connecté à un ordinateur iMac se trouvant à l’extérieur de la cabine. Le nasomètre, qui était soutenu par les locuteurs, consistait en deux microphones espacés de façon égale et séparés par une plaque, qui était placée entre leur nez et leur lèvre supérieure. Celui-ci était

utilisé pour mesurer l'énergie nasale dans la production des voyelles nasales afin d'assurer un taux de nasalité suffisant. Les locuteurs devaient lire quatre groupes de phrases contenant les syllabes en question dans une phrase porteuse: *Ele diz ... três vezes* 'Il dit ... trois fois'. Toutes les phrases s'affichaient sur un écran, à l'intérieur de la cabine, connecté à un ordinateur portable HP à l'extérieur de celle-ci. Chaque phrase fut répétée entre six et quinze fois, selon le nombre d'occurrences de chaque type requises pour créer les stimuli.

Les locuteurs ont été entraînés pour la prononciation des syllabes. Ils devaient prononcer une voyelle longue dans les syllabes ouvertes et des voyelles tendues [i] et [e] dans les syllabes CVg. Avant d'enregistrer chaque groupe de syllabes, ils devaient répéter une phrase modèle deux fois afin que les chercheurs puissent en évaluer la prononciation. De plus, un pré-test de nasalité fut complété avant d'enregistrer les syllabes ouvertes nasales, au cours duquel les locuteurs devaient enregistrer quatre occurrences de cette syllabe (C $\tilde{V}$ ) qui furent immédiatement analysés. Les résultats de ce pré-test ont montré que toutes les voyelles testées avaient des niveaux appropriés d'énergie nasale. Au total, la session d'enregistrement a duré une heure pour le premier locuteur et deux heures pour la deuxième.

### **3.1.2 Création des stimuli**

Les syllabes enregistrées ont été par la suite analysées et modifiées sur Praat. La longueur de chaque voyelle et coda a été mesurée afin de déterminer la longueur requise des rimes et modifier les stimuli en conséquence. Les plus courtes syllabes, reflétant le débit de parole naturel, ont été examinées et certains stimuli ont été créés pour déterminer la longueur minimale favorable à la perception du contraste oral-nasal dans les syllabes fermées. La longueur requise pour la rime a été établie à 400 ms dans les syllabes ouvertes et fermées, où dans les syllabes fermées la voyelle était d'une longueur de 245 ms et la coda de 155 ms.

Pour les syllabes orales ouvertes (CV), les deux voyelles nasales les plus longues et les moins nasalisées étaient sélectionnées pour chaque locuteur pour chaque type de stimulus (pi, ki, fi, si, pe, ke, fe, se). Afin d'atteindre la longueur de 400 ms, certaines voyelles de la voix féminine ont dû être allongées par un facteur maximal de 1.3, alors que le reste des voyelles,

incluant celles de la voix masculine, ont dû être raccourcies en éliminant la portion finale des segments.

Les syllabes nasales ouvertes (C $\tilde{V}$ ) ont fait l'objet d'une attention particulière. L'examen des spectrogrammes et des ondes sonores des canaux oral et nasal des voyelles nasales a montré que, même dans les syllabes ouvertes, / $\tilde{i}$ / exhibait un murmure nasal (/ŋ/) dans les enregistrements des deux locuteurs. Ce segment semi-consonantique a été éliminé de toutes les syllabes C $\tilde{i}$ . Dans le cas de / $\tilde{e}$ /, les spectrogrammes ont révélé une diphtongaison de la voyelle dans la plupart des occurrences de la voix féminine, mais aucune dans celles de la voix masculine. Dans ces cas, la deuxième partie de la diphtongue (c.-à-d., /j/) a été éliminée des syllabes C $\tilde{e}$ . Puis, la nasalité a été quantifiée en utilisant la mesure Differential Energy Ratio (DER) (Dow 2014). Les mesures d'énergie ont d'abord été extraites des canaux oral et nasal, ayant été tous deux enregistrés par le nasomètre. Par la suite, la nasalité fut calculée à dix points différents pour chaque voyelle nasale. Le DER soustrait l'énergie nasale de l'énergie orale à chaque point de la voyelle. À partir de ces calculs, une courbe des différences d'énergie contenant une aire positive et une aire négative pourrait être dessinée. Dans l'aire positive, l'énergie orale est plus élevée que l'énergie nasale, tandis que dans l'aire négative, l'énergie nasale excède l'énergie orale. Le rapport de l'aire négative sur l'aire totale est finalement calculé, résultant en un taux en pourcentage. Le taux DER des voyelles orales est plus près de 0%, alors que celui des voyelles nasales est plus près de 100%. Les taux obtenus sont affichés dans le Tableau XIV.

**Tableau XIV** : Taux de nasalité des voyelles nasales enregistrées (%).

Voyelle nasale	Voix masculine	Voix féminine	
$\tilde{i}$	100	52.7 - 100	
$\tilde{e}$	52 - 100	9.1 - 100	55.4 - 100

Les taux obtenus nous ont indiqué que la nasalité était plus élevée que 50% pour les voyelles / $\tilde{i}$ / et / $\tilde{e}$ / produites par la voix masculine et pour les voyelles / $\tilde{i}$ / produites par la voix féminine. Cependant, la nasalité des voyelles / $\tilde{e}$ / de la voix féminine variait de 9.1% à 100%.

Ce dernier groupe de voyelles s'est avéré problématique dû à la composition complexe de /ẽ/ : une partie orale longue, une partie nasale courte et un glissement nasal [j̃]. En éliminant le glissement, le pourcentage de nasalité pour le reste de la voyelle a diminué, causant un taux de nasalité plus bas que 50% pour un grand nombre des voyelles. Une portion de la partie orale des voyelles a donc été éliminée et le degré de nasalité a été mesuré pour ces nouveaux segments. Toutes les occurrences de /ẽ/ de la voix féminine (sauf une) ont finalement obtenu un taux plus élevé que 50%. Les deux voyelles les plus longues ayant le plus haut degré de nasalité par locuteur ont été sélectionnées pour créer les stimuli expérimentaux. Le pourcentage de nasalité minimal par locuteur était de 90%, tel que l'illustre le Tableau XV. Certaines voyelles étaient rallongées par un facteur maximal de 2 pour atteindre les 400 ms. De plus, la plupart des occurrences de /ẽ/ produites par une voix féminine étaient courtes dû à l'élimination de la partie orale et du glissement des voyelles. Par conséquent, six occurrences de /ẽ/ sélectionnées à partir des syllabes enregistrées /nẽ/, /mẽ/ et /fẽ/, dont les voyelles étaient suffisamment longues et nasalisées afin de créer les deux stimuli pour /kẽ/, /pẽ/ et /sẽ/. Plusieurs syllabes /fẽ/ étant assez longues, ce type de stimuli n'a pas requis le remplacement de la voyelle.

**Tableau XV** : Taux de nasalité des voyelles nasales des stimuli expérimentaux (%).

C $\tilde{V}$ :	Voix masculine	Voix féminine	C $\tilde{V}$ N	Voix masculine	Voix féminine
Cĩ	100	96.7-100	Cĩŋ	100	93.3-100
Cẽ	94.9-100	90.4-97.3	Cẽŋ	92.8-100	90-100

Les stimuli consistant en des syllabes fermées (CVŋ et C $\tilde{V}$ ŋ) ont été créés comme suit : d'une part, les deux voyelles les plus longues et les moins nasalisées du type syllabique CVg ont été sélectionnées pour chaque locuteur pour former les stimuli CVŋ. Afin d'atteindre les 245 ms, tous les segments ont été raccourcis en éliminant une portion du milieu des voyelles. D'autre part, deux occurrences courtes du type C $\tilde{V}$  étaient nécessaires pour créer les stimuli C $\tilde{V}$ ŋ. Afin de respecter les taux de nasalité de ces stimuli, les voyelles nasales étaient

raccourcies par un facteur maximal de 0.4 pour atteindre les 245 ms. Les voyelles orales et nasales courtes ont par la suite été combinées avec la coda /ŋ/ pour créer les rimes des stimuli oraux et nasals fermés. Les codas ont été sélectionnées en comparant leur hauteur mélodique avec celle des voyelles en question et elles étaient par la suite combinées au passage par zéro des ondes sonores pour éviter du bruit. Les rimes étaient finalement combinées avec l'attaque de la voyelle correspondante.

Les modifications finales consistaient à normaliser tous les stimuli. En premier lieu, certaines attaques ont dû être modifiées. Les attaques /p/ de la voix féminine étaient aspirées et elles ont donc été rallongées en dupliquant une portion du milieu du segment. Certaines occurrences de /s/ de la même voix n'étaient pas aussi stridentes que celles de la voix masculine et elles ont aussi été rallongées afin de réduire cette différence perceptuelle (voir Brannen 2011 sur la durée des fricatives comme un indice de stridence). De plus, un effet en sortie (*fade-out*) a été ajouté à la fin des stimuli pour éviter une coupure soudaine causant un son claquant et la courbe mélodique a été modifiée dû à une différence marquée entre les stimuli des deux locuteurs. Les stimuli de la voix féminine avaient une intonation ascendante, alors que ceux de la voix masculine avaient une intonation monotone. La courbe mélodique de tous les stimuli a été stylisée à une intonation ascendante modérée pendant approximativement 235 ms de la voyelle et une intonation plate pendant les derniers 165 ms de la rime afin de respecter la courbe mélodique naturellement constante des codas. Ceci a permis de s'assurer que les syllabes ouvertes et fermées aient la même courbe mélodique. Finalement, l'intensité a été normalisée à 70 dB et cinq tokens de chaque stimulus ayant des fréquences mélodiques légèrement différentes ont été créés afin de refléter la variabilité phonétique naturelle des sons. Les facteurs utilisés pour synthétiser les fréquences mélodiques étaient 0.96, 0.98, 1, 1.02 et 1.04. En somme, deux tokens (n=2) par locuteur (n=2) ont été créés pour chaque type de stimulus (n=32), qui ont par la suite été multipliés par cinq, totalisant 640 tokens. Cependant, tous les tokens n'ont pas été nécessaires pour la création de l'expérience.

### 3.2 Tâche de Discrimination AXB

L'expérience consistait en une tâche de Discrimination AXB pendant laquelle les participants entendaient des séquences de trois stimuli et devaient indiquer si le deuxième item (X) ressemblait plus au premier (A) ou au deuxième (B) item (p.ex., MacKain et al. 1981, Van Hessen et Shouten 1999, Gerrits 2001). Les triades ont été créées comme suit : pour chaque type de contraste (p.ex., pi-pĩ) quatre triades étaient possibles, mais seulement deux ont été utilisées. Comme l'illustre le Tableau XVI, les types de triades (X=A vs. X=B) et les types d'attaques (/p/ vs. /k/ et /f/ vs. /s/) ont été balancés en utilisant plusieurs patrons de randomisation. Ainsi, dans la moitié des triades sélectionnées, X était du même type de stimulus qu'A, tandis que dans l'autre moitié, X était du même type que B. Les items A et B n'étaient donc jamais les mêmes. Dans les tableaux suivants, les cellules grises dénotent les triades sélectionnées.

**Tableau XVI** : Patrons de randomisation des types de triades et d'attaques (Ci-Cĩ).

Patrons de randomisation	X=A		X=B	
1-3	pi pi pĩ	pĩ pĩ pi	pi pĩ pĩ	pĩ pi pi
2-4	ki ki kĩ	kĩ kĩ ki	ki kĩ kĩ	kĩ ki ki
2-3	fĩ fĩ fĩ	fĩ fĩ fĩ	fĩ fĩ fĩ	fĩ fĩ fĩ
1-4	sĩ sĩ sĩ	sĩ sĩ sĩ	sĩ sĩ sĩ	sĩ sĩ sĩ

Dans le but de rendre les stimuli aussi naturels que possible, chaque token n'était utilisé qu'une seule fois. Comme mentionné précédemment, deux tokens originaux de chaque type de stimulus ont été multipliés en synthétisant leur hauteur. Les versions synthétisées du premier token original étaient utilisées dans les triades X=A, alors que les versions synthétisées du deuxième token original étaient utilisées dans les triades X=B. Pour le même facteur synthétisé (p.ex., 1.02), approximativement 70 tokens ont été utilisés. De plus, pour chaque séquence, A et B étaient des stimuli enregistrés par le même locuteur de PB, alors que X était un stimulus enregistré par l'autre locuteur (voir Gottfried 1983; Flege, Munro et Fox

1994). Plus précisément, si A et B avaient une voix féminine, X avait une voix masculine et vice versa. Ceci a permis de s'assurer que les auditeurs ne fournissent pas des jugements qui seraient basés sur des propriétés d'indexation mais qu'ils portent, au contraire, une attention particulière aux traits phonologiques dans leur discrimination des stimuli. Le tableau suivant montre les patrons de randomisation utilisés pour obtenir le même nombre de séquences dans lesquelles X a une voix féminine que dans celles où X a une voix masculine.

**Tableau XVII** : Patrons de randomisation des voix des triades (Ci-Cī).

	X=A		X=B	
Patrons de randomisation	X=Homme	X=Femme	X=Homme	X=Femme
1-4	pi pi pī	pi pi pī	pi pī pī	pi pī pī
2-4	kī kī ki	kī kī ki	kī ki ki	kī ki ki
2-3	fī fī fī	fī fī fī	fī fī fī	fī fī fī
1-4	si si sī	si si sī	sī si si	sī si si

Dans une autre tentative de solliciter des jugements phonémiques catégoriels, la longueur de l'intervalle inter-stimulus (ISI) entre les items d'une triade a été fixé à 750 ms, puisqu'il a été démontré qu'un plus court ISI mène à un traitement acoustique ou phonétique (Werker et Logan 1985). Un ISI plus long cause une dégradation de la mémoire d'informations non-distinctives et demande aux auditeurs d'accéder au niveau de représentation phonologique afin d'analyser les stimuli. Ceci s'est avéré nécessaire dans l'expérience afin de tester les possibilités de redéploiement du trait phonologique [nasal]. Finalement, un son pur, créé dans Praat avec une fréquence de 325 Hz et une longueur de 500 ms, était suivi d'un silence de 500 ms et indiquait le début de chaque essai. Au total, l'expérience comptait 120 triades et la session d'entraînement en comptait six.

### 3.3. Participants

Un total de 48 locuteurs de PB, de FR, d'AN, d'EC et d'ES ont participé, dont 22 hommes et 25 femmes âgés entre 18 et 35 ans. Cependant, les résultats de l'une des participantes du groupe EC n'ont pu être enregistrés et ceux de deux participants des groupes AN et FR ont été exclus puisqu'ils ont reporté avoir parlé punjabi et arabe, respectivement, à la maison pendant leur enfance. Le reste des participants non-PB ont rapporté ne pas avoir un niveau de compétence plus haut qu'intermédiaire 1 dans une langue seconde et n'avoir jamais appris le portugais ou avoir été exposés à cette langue. Le Tableau XVIII montre le nombre d'hommes (H) et de femmes (F) par groupe de langue ayant participé dans l'expérience, ainsi que le nombre de participants par groupe d'âge.

**Tableau XVIII** : Nombre de participants par âge, sexe et groupe de langue.

	PB		FR		AN		EC		ES		Sous-Total		Total
	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	F	H	
18-20	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2	-	2
21-25	1	2	1	1	4	1	-	1	1	-	7	5	12
26-30	-	3	2	2	2	1	-	2	3	2	7	10	17
31-35	-	1	2	-	-	-	4	2	2	2	8	5	13
Sous-Total	1	6	5	3	7	2	4	5	7	4	24	20	44
Total	7		8		9		9		11				

Le groupe FR consistait en huit participants de France (4) et du Québec (4). Le groupe AN était formé de neuf locuteurs de variétés canadiennes. Le groupe EC consistait en neuf locuteurs de la Colombie (Cartagena, Santa Marta), du Pérou (Lima), du Vénézuëla (Caracas, Maracay, Maracaibo, Maturín), et de l'Espagne (Málaga) et le groupe ES était constitué d'onze participants du Chili (Santiago), de la Colombie (Bogotá, Cali, Neiva), de l'Équateur (Loja), et du Mexique (Mexico). Finalement, le groupe contrôle incluait sept locuteurs du PB, ayant pour la plupart rapporté avoir un niveau de compétence avancé dans d'autres langues.



La majorité des participants habitaient à Montréal depuis au moins trois mois, mais certains étaient arrivés plus récemment comme immigrants ou pour prendre des cours intensifs de FR ou d'AN. Tous les participants avaient donc déjà été exposés au FR dans les semaines, mois ou années passés. Ils ont été recrutés à l'aide d'affiches dans les universités de Montréal, les centres communautaires, les écoles de langues et sur l'Internet. Une compensation de 10\$ leur a été offerte pour leur participation.

### **3.4. Procédure**

L'expérience a eu lieu dans le Multilingual Speech Laboratory à l'Université Concordia. Les participants ont effectué le test de perception dans une cabine insonorisée, sur un ordinateur portable MacBook. Ils ont utilisé un casque d'écouteurs AKG K 240 MK II Semi-open studio, dont le volume était fixé à 60%, ayant convenu à tous les participants. L'expérience consistait en une courte session d'entraînement pendant laquelle les participants entendaient six triades de pratique et ils avaient l'opportunité de poser des questions à la chercheuse. Puis, ils procédaient à la première partie de l'expérience qui consistait en 60 triades, suivies d'une pause pour remplir le questionnaire sur les antécédents linguistiques en ligne. Celui-ci était rempli sur un ordinateur iMac à l'extérieur de la cabine. Finalement, les participants devaient compléter la deuxième partie de l'expérience qui comprenait encore 60 triades.

## **4. Article**

Cet article présente le cadre théorique dans lequel se situent mes questions de recherche, l'expérience qui a été bâtie afin de pouvoir y répondre, ainsi que l'analyse des résultats et leur contribution aux théories sur l'acquisition de la phonologie des langues secondes, plus particulièrement au modèle Feature Model de Brown (1998).

# **The Naïve Perception of Portuguese Nasal Vowels**

Ruth Martinez, Université de Montréal

## **Abstract**

Adults may experience difficulties discriminating phonemes of a second language (L2) that do not serve to distinguish lexical items in their native language (L1). Brown's (1998) Feature Model (FM) advances that adults may be able to create new sound categories only if these can be built from contrastive features existing in their L1. This hypothesis has been tested on various consonant contrasts in a number of languages; however, it appears that features applying on vowels have never been examined from this perspective and neither have features that operate both in the vowel and the consonant systems and that may have a contrastive or a non-contrastive status. The main purpose of the present study was to test the validity of the FM with respect to the oral-nasal vowel contrast of Brazilian Portuguese (BP). The naïve perception of the BP contrast /i/-/ĩ/ by French, English, Caribbean Spanish, and conservative Spanish speakers was examined, given that these languages differ with respect to the status of nasality, and the perception of the non-naïve contrast /e/-/ẽ/ was included to compare the two types of performances. The obtained data for the naïve discrimination of /i/-/ĩ/ allowed to draw the following conclusions for the first exposure to a non-native contrast: (1) the feature [nasal] operating contrastively in the grammar of a given L1 can be redeployed within the vowel system, (2) the feature [nasal] operating contrastively in the grammar of a given L1 may not be redeployed across systems (consonant to vowel), and (3) the feature [nasal] operating non-contrastively in the grammar of a given L1 might or might not be redeployed to contrastive status. Lastly, the non-naïve perception of /e/-/ẽ/ was successful for all groups, suggesting that the three types of redeployment are possible with more L2 experience.

## **Keywords**

Naïve perception, feature [nasal], Feature Model, redeployment

## 1. Introduction

The phonology of a second language (L2) is rarely acquired at a native level by adult speakers. In terms of perception, non-native adults may experience difficulties categorizing and discriminating phonemes which do not serve to distinguish lexical items in their native language (L1) (e.g., Best 1995, Brown 1998, Best and Tyler 2007). Although the L1 grammar of an adult learner might not possess a given L2 phoneme, Brown's (1998) Feature Model (FM) hypothesizes that this sound could be reliably discriminated from others if the features required for the new sound function contrastively elsewhere in the learner's L1 phonology. While a body of research has found support for the model, all of this research has focused on contrastive features that operate on native consonants. The present study investigates whether the FM hypothesis also holds for a feature that can operate both in the consonant and the vowel systems and whose status can be contrastive as well as non-contrastive, namely the feature [nasal].

The naïve perception of non-native contrasts is studied to better understand the causes of L2 perception difficulties. By examining the perception of the oral-nasal contrast by listeners who are exposed for the first time to the Brazilian Portuguese (BP) vowel /ĩ/, my goal is to determine whether, at the first exposure to a non-native phoneme, the feature [nasal] can be *redeployed*, that is, combined in a new way with other L1 features (Mah and Archibald 2003, Archibald 2004), to create a novel vowel category. More precisely, the three possibilities that will be tested are whether redeployment is possible when: (1) the feature functions contrastively in a given L1 vowel system, (2) the feature functions contrastively in a given L1 consonant system, or (3) the feature functions non-contrastively in a given L1 vowel system.

In order to answer these research questions, four groups of speakers of different L1s, none of which possess the phoneme /ĩ/, are examined: European and Quebec French, Canadian English, Caribbean Spanish, and conservative Spanish. On the one hand, in the French grammar the feature [nasal] is contrastive for both consonants and vowels. On the other hand, in the phonological system of English and Caribbean Spanish the feature is contrastive for consonants and non-contrastive for vowels. Lastly, the grammar of conservative Spanish

varieties only contains the feature contrastively for consonants. These differences with respect to nasality allow us to test the different redeployment possibilities of the feature [nasal].

After presenting the theoretical background and the general characteristics of nasality in each of the studied languages, the predictions of the three redeployment possibilities will be outlined, as well as the methodology used to test these hypotheses. The results obtained in the AXB discrimination task will then be presented and discussed in view of addressing the redeployment options for the feature [nasal]. This analysis will therefore have various implications for the FM, given that it will be possible to extend it to features operating on vowels and consonants and applying contrastively and allophonically.

## **2. Perception of L2 Phonology**

### **2.1. Naïve Perception**

Research on infants has shown that reorganization of the perceptual system takes place during the first year of life. Infants are first able to distinguish all contrasts that exist inside and outside their native language, but as they focus their attention on the perception of L1 sounds, their capacity to attune to non-native phoneme distinctions declines (Kuhl, Conboy, Padden, Nelson, and Pruitt 2005). This perceptual reorganization seems to occur between the age of six to eight months for vowels and ten to twelve months for consonants (Werker and Tees 1984, Polka and Werker 1994). Although, after this early sensitive period, learning an L2 phonology is still possible, the capacity to perceive non-native sounds continues to decline, especially after ages four to eight (Burnham 1986). As a consequence, older children and adults exposed for the first time to a non-native phonological contrast may have difficulties discriminating between the segments (e.g., Lisker and Abramson 1970; Werker, Gilbert, Humphrey, and Tees 1981; Werker and Lalonde 1988). A classic example is that of Japanese adult speakers who have never been exposed to English and, therefore, fail to perceive the English /r/-/l/ contrast, tending to assimilate both segments to Japanese /r/ (e.g., Goto 1971; Miyawaki, Jenkins, Strange, Liberman, Verbrugge, and Fujimura 1975; MacKain, Best, and Strange 1981; Best and Strange 1992).

However, not all non-native contrasts are equally hard to discriminate (e.g., Best, McRoberts, and Sithole 1988). To probe the cause of this, some researchers have examined the perceptual difficulties of *naïve non-native listeners*, that is, ideally monolingual speakers who are not learning and who have never been actively exposed to the language under consideration (Best and Tyler 2007). Performance variation across naïve listeners of different L1s has been shown to reflect perceived similarities and differences between L1 and L2 sounds at the phonological and phonetic levels of representation (e.g., Best and Strange 1992; Hallé, Best, and Levitt 1999; Best, McRoberts, and Goodell 2001; Best, Hallé, Bohn, and Faber 2003). For instance, Best et al.'s (2003) study observing the perception of Norwegian high vowels /i, y, ɥ, u/ by French, English, and Danish speakers showed a clear correlation between the naïve listeners' performance and non-contrastive articulatory as well as phonologically contrastive properties of their respective L1s. This led the authors to conclude that perception difficulties for naïve listeners vary mainly according to the listeners' L1 grammars.

Like in the acquisition of L2 syntax (e.g., White 1988), researchers have proposed that linguistic properties of the L1 grammar are transferred in the initial stages of L2 phonology acquisition, thereby influencing the perception and production of L2 speech (e.g., Broselow and Finer 1991, Hancin-Bhatt 1994, Best 1995, Brown 1998). However, there is currently no consensus as to which aspects of the L1 are transferred. For instance, Broselow and Finer (1991) claim that it is the L1 parameter settings which are transferred into the L2, influencing the acquisition of non-native syllable structures, while Best (1995) suggests that it is the transfer of L1 phonemic categories which enables the acquisition of L2 phonemes. The present study investigates Brown's FM (1998) view that what is transferred are more precisely the contrastive features of L1 grammar, which will allow or prevent the creation of new L2 phonemic categories.

## 2.2. Feature Model

Brown (1998) proposed a phonological interference model to account for perceptual difficulties of phonemic contrasts in which one segment exists in the listener's L1 while the other does not. The FM maintains non-native listeners will be able to create new sound categories only if they have the possibility of (1) transferring the necessary contrastive feature present in their L1 phonological system to the L2 grammar and (2) combining this feature with other contrastive features in the L1 to create novel segmental representations, which will allow the discrimination of the non-native contrast. Thus, the construction of a new phonemic category will only be possible if the latter can be built from features existing in the listeners' L1 (Matthews 1997).

In general, the FM hypothesis is widely supported (e.g., Brown 1998, Matthews and Brown 1998, LaCharité and Prévost 1999, Brown 2000, Larson-Hall 2004, Colantoni and Steele 2008, Jackson and Archibald 2010, Kulikov 2010). Brown (1998) found evidence for this hypothesis by examining the non-native perception of the English /r/-/l/ contrast by Japanese speakers. According to the researcher, the phonological feature that distinguishes both phonemes is [coronal]<sup>1</sup>, which she proposes does not exist contrastively in the Japanese grammar. In her study, Brown compared the /r/-/l/ discrimination performance of listeners of two L1s in which this contrast does not exist: Mandarin, which possesses the [coronal] feature, and Japanese, which does not. Results supported the FM's prediction, given that Mandarin speakers were able to discriminate the non-native contrast while Japanese speakers were not.

Brown (2000) pursued the investigation further by analyzing the perception of English /l/-/ɾ/, /b/-/v/, /p/-/f/, /f/-/v/, and /s/-/θ/ contrasts by Japanese, Korean, and Mandarin speakers who had several years of experience in English. In Japanese and Mandarin, /p/ and /f/ correspond to distinct phonemes, but this is not the case for the other four contrasts. The Japanese grammar possesses the necessary features to perceive the non-native contrasts /b/-/v/ and /f/-/v/, but not those required for the distinction of /s/-/θ/ and /l/-/ɾ/. Existing features in

---

<sup>1</sup> The distinction of laterals from rhotics using the feature [coronal] is debatable. However, the acceptance of this particular aspect of Brown's proposal is not relevant to the present study, nor to Brown's more general hypothesis about transfer and the acquisition of new segmental contrasts.

Mandarin phonology would allow native speakers to perceive all non-native contrasts except for /s/-/θ/. As for Korean, two L1 features would permit the perception of /b/-/v/, /p/-/f/, and /f/-/v/, but features allowing speakers to distinguish /l/-/r/ and /s/-/θ/ are not contrastive in this language. Results were consistent with the FM's predictions, as Japanese, Korean, and Mandarin speakers succeeding in perceiving only those contrasts for which the required feature functioned contrastively in their L1 grammar.

All research probing this model has assessed the perception of non-native consonant contrasts. For instance, LaCharité and Prévost (1999) examined the perception of English /h/-Ø, /θ/-/t/, and /ŋ/-/n/ by Quebec French speakers. Working within a feature-geometric model, LaCharité and Prévost assume that the French grammar does not use the articulator [pharyngeal] nor the feature [distributed] needed to perceive the first two non-native contrasts, but contains the articulator [dorsal], which is necessary for the discrimination of the last contrast. Consistent with Brown's hypothesis, listeners accurately perceived /ŋ/-/n/. Moreover, they were better at discriminating /θ/-/t/ than /h/-Ø. Thus the authors proposed that non-native phonemes requiring an articulator absent from the L1 are more difficult to perceive than those requiring a feature. In addition, Larson-Hall (2004) tested the predictions of FM and SLM (Speech Learning Model, Flege 1995) by evaluating the perception of Russian /ʃ/-/ʒ/, /ʃ/-/ʂ/, /l/-/r/, /ts/-/t/, /f/-/f/, /p/-/p/, and /m/-/m/ contrasts by Japanese speakers. While SLM predictions were not supported by discrimination results, data were consistent with some FM predictions, such as the difficulty of discriminating /l/-/r/ and /ʃ/-/ʂ/ due to the absence of the necessary contrastive features in the phonology of Japanese. Further, the perception of Hindi /b/-/p/, /b<sup>h</sup>/-/p<sup>h</sup>/, /b/-/b<sup>h</sup>/, and /p/-/p<sup>h</sup>/ by English and French speakers was studied by Jackson and Archibald (2010). These contrasts require either [aspiration] or [voice] features. While only the former is contrastive in English, only the latter is contrastive in French. Results showed that contrasts needing [aspiration] were better discriminated by English speakers, while French speakers were better at perceiving those requiring [voice], confirming FM predictions once again.



From these data, it is possible to conclude that contrastive features can be redeployed from L1 consonants to create new consonant categories in the L2. But does the FM hypothesis hold for contrastive features that also operate on vowels? A few studies on vowels have aimed to expand the FM hypothesis to the prosodic level (i.e., to length contrasts) (Mah and Archibald 2003, Archibald 2004, Summerell 2010), but to my knowledge, no research has investigated phonemic vowel contrasts from this perspective, and much less features operating on both consonants and vowels. Indeed, the redeployment of a contrastive feature from the vowel to the consonant system or vice versa, for example that of place features, which are standardly assumed to apply to vowels and consonants, has not as yet been explicitly examined. For example, the [coronal] feature used by Brown (1998) to contrast /r/ and /l/ might be available in the vowel system of Japanese and Mandarin (Clements and Hume 1995). Thus, the results obtained in her study would either suggest that [coronal] is not the feature that distinguishes these phonemes or that redeployment from the vowel to the consonant system is not possible.

Furthermore, can non-contrastive features be redeployed in the same way contrastive features can? As Best et al.'s (2003) study has shown, both contrastive and non-contrastive properties of the L1 can impact the perception of non-native sounds. Although the FM proposal only concerns contrastive features, some studies suggest that the redeployment of non-contrastive features could be possible. For instance, Curtin, Goad, and Pater (1998) investigated the perceptual acquisition of Thai contrastive aspiration by English speakers and found that allophonic aspiration in English facilitates the perception of the Thai plain-aspirated contrast. The authors concluded that L1 allophonic features can become contrastive in L2 acquisition.

The feature [nasal] is ideal for testing different interpretations of the FM given that it operates in both consonant and vowel systems and it can have contrastive and non-contrastive status, within and across languages. Some studies having investigated the oral-nasal vowel contrast suggest that these redeployment possibilities deserve particular attention. Beddor and Strange (1982) examined this vowel distinction by English and Hindi native speakers, whose

L1 grammars contain the feature [nasal] non-contrastively and contrastively for vowels, respectively. Both groups of speakers were able to discriminate the contrast, although in a different manner: while Hindi speakers' discrimination was categorical, that of English speakers was continuous. Lahiri and Marslen-Wilson (1991) and Ohala and Ohala (1995) also examined the perception of oral, nasal, and nasalized vowels by English and Bengali and English and Hindi speakers, respectively. Like Hindi, the feature [nasal] is contrastive for vowels as well as consonants in the Bengali grammar. In both studies, participants were exposed to gradually incrementing parts of each stimulus and had to guess the incomplete word being presented to them. Results showed that when they were exposed to a nasalized vowel, English speakers predicted that it was followed by a nasal consonant, while Bengali and Hindi speakers interpreted it as a phonemic nasal vowel that could be followed by an oral consonant. Given that English speakers seemed able to distinguish oral and nasal vowels, we can hypothesize that they were capable of redeploying either contrastive [nasal] from the L1 consonant system or non-contrastive [nasal] from the L1 vowel system to create a new vowel category. In the present study, the redeployment of the [nasal] feature will be tested within a single (vowel) system, across (vowel and consonant) systems, and from non-contrastive to contrastive status.

### 2.3 The Feature [Nasal]

Nasality can be phonemic, allophonic, or phonetic. In other words, it can be contrastive (phonemic) or non-contrastive (allophonic or phonetic). On the one hand, the feature that functions *contrastively* is found in consonants and vowels and serves to distinguish oral-nasal minimal pairs, such as English *ban* versus *bad* for consonants and French *mais* [mɛ] 'but' versus *main* [mɛ̃] 'hand' for vowels. Nasal consonants include, among others, /n/ and /m/, which exist in more than 75% of the languages in Maddieson's (1984) extensive sample. As for vowels, the feature [nasal] operates contrastively in more than 20% of languages, the most frequent nasal vowels being /ĩ, ã, û/, which are present in more than 10% of languages (Maddieson 1984). Furthermore, it has been universally observed that languages that use this

feature possess the same number of nasal vowels as their oral counterparts or fewer, but never more nasal than oral vowels (Ferguson 1963). On the other hand, *non-contrastive* nasality (both phonological and phonetic) is determined by the context in that it is caused by the overlapping gestures (coarticulation) of a vowel preceded or followed by a nasal consonant in NV or VN sequences (where N=nasal consonant and V=underlyingly oral vowel), where nasality spreads from the nasal segment to the neighbouring vowel. For instance, in the English word *ban*, the nasal consonant /n/ causes a process of phonological regressive assimilation, through which the vowel /æ/ becomes [ã].

However, allophonic and phonetic processes differ considerably. In general, phonological assimilation is assumed to be language specific, while phonetic assimilation is considered to be caused by physiological constraints. More precisely, Keating (1988) characterizes phonological rules as applying categorically on full, discrete, and timeless segments and having a static effect, while she describes phonetic rules as applying on part of the segment, which may vary in quality through time, in a gradient and continuous manner in time and space. With respect to nasality, this means that the target of an allophonic regressive nasalization rule (VN sequence) would be the entire vowel, while a phonetic rule would only reach the last part of the segment, causing an increase in nasality through time until the nasal consonant is produced. However, it has been shown that even phonemic nasal vowels might not be entirely nasalized (Van Reenen 1982). According to Solé (1992), the first process is intended by the speakers of a language that possesses this phonological rule, while the second is unintended and forced by physiological constraints. This is supported by her findings, given that in the case of allophonic nasalization, the length of the nasalized portion varies according to speech rate, whereas no variation is found in phonetic nasalization. Moreover, Moraes (1977) compared the degree of velopharyngeal opening in phonemic, allophonic, and phonetic nasalized vowels and observed that it was greater in phonemic and allophonic than in phonetic instances of nasalization, suggesting once again that the latter are due to a purely mechanical phenomenon.

The phonemic, allophonic, and phonetic nasality statuses allow us to make different predictions with regard to the acquisition of a non-native nasal vowel that were not addressed by Brown in the FM. The creation of a new L2 category for this sound should be easier for speakers for whom nasality is contrastive in their L1 than for those whose L1 only possesses non-contrastive nasality and, in turn, it should be easier for speakers whose L1 uses the feature [nasal] phonologically than for those for whom nasality is purely phonetic.

## 2.4 Nasality in Languages Studied

The grammar of the four languages under examination differ with respect to nasality, allowing for a systematic comparison of the way non-native nasal vowels are acquired by speakers of different L1s and how redeployment of the feature [nasal] may take place. In the present section, the properties of nasality in the grammars of Brazilian Portuguese (BP), French (FR), English (EN), and two dialects of Spanish (CS=Caribbean Spanish and SP=conservative Spanish) will be presented.

### 2.4.1 Brazilian Portuguese

BP was selected as the target language because it possesses several nasal vowels that are not found in FR, EN, CS, or SP. The vowel system includes seven oral vowels and five nasal vowels, displayed in Table 1, as well as oral and nasal diphthongs, which do not fall within the scope of this research. Moreover, nasal vowels are long and mid-high nasal vowels may be diphthongized and realized as [ẽĩ] and [õũ].

**Table 1.** Inventory of vowel contrasts in BP (Brito 1975).

	Front	Central	Back
High	i ĩ		u ũ
Mid-high	e ĕ		o õ
Mid-low	ɛ	ẽ	ɔ
Low		a	

Table 2 illustrates the BP vowel distribution, where “#” refers to a word boundary, “]” and “.” to a syllable boundary, “C” to an oral consonant, and “N” to a nasal consonant. Oral and nasal vowels can be found in open syllables as well as in closed syllables with an /s/ coda (or /ʃ/ in some varieties), but only oral vowels can surface in closed syllables with an /ʁ/ coda (and /l/ in some varieties) and be followed by a nasal onset. BP nasal consonants, /m, n, ɲ/, are only present in onset position and only /m, n/ can occur word initially. They can no longer occur in coda position, as they historically were the source of phonemic nasal vowels (Teyssier 1982). However, these vowels are followed by a nasal murmur, which refers to a short nasal consonant-like segment having a lower intensity than a full nasal consonant (Gigliotti de Sousa 1994). In the BP grammar, thus, the feature [nasal] is contrastive for both vowels and consonants. Furthermore, non-contrastive nasality is also present in BP. Allophonic regressive nasalization takes place in stressed syllables, when an oral vowel is followed by a nasal consonant coda, for instance in the word [kẽ.ma] ‘bed’. On the other hand, purely phonetic nasalization is found in unstressed syllables, for instance in the word [ka.'ma.da] ‘layer’, where the first vowel is nasalized to a lower degree by coarticulation. These two processes differ with regard to the degree of velopharyngeal opening, as shown by Moraes (1977).

**Table 2.** Vowel distribution in BP.

Context	Oral	Nasal
_#	[si] ‘if’	[sĩ] ‘yes’
_]C	[ˈta.tu] ‘tact’	[ˈtẽ.tu] ‘so much’
_]N	[ka.'ma.da] ‘layer’	—
_s,ʃ]	[tres] ‘three’	[trẽs] ‘trains’
_ʁ]	[paʁ.'tʃiʁ] ‘leave’	—
_N]	—	—

#### 2.4.2 French

In FR grammar, like in BP, the feature [nasal] is contrastive for vowels, nasal vowels are long and, in Quebec French, they are also diphthongized (Delvaux 2006). However, the nasal

phonemes of these two languages differ: while the BP grammar contains /ĩ, ê, ẽ, õ, ã/, European FR includes /ẽ, ã, õ/ and Quebec FR /ẽ, œ, ã, õ/. The vowel inventory of European and Quebec FR is presented in Table 3. When different, European FR vowels are found on the first line of the row and Quebec FR on the second.

**Table 3.** Inventory of vowel contrasts in European and Quebec FR  
(based on Martin 2002, Delvaux 2012).

	Front	Central	Back
High	i y		u
Mid-high	e ø — e ẽ ø		o
Mid-low	ɛ ẽ œ — ɛ œ œ		ɔ õ
Low	a — a ã		ã — ɑ

As shown in Table 4, FR oral and nasal vowels can appear word-finally or be followed by an oral onset and, in a few marginal cases, by a nasal onset. They can also occur with an oral coda, but a nasal coda can only be preceded by an oral vowel. The feature [nasal] functions contrastively in the FR consonant system as well, which includes /m, n, ɲ/. These consonants can appear in onset and coda position, but only /m/ and /n/ can occur word initially. Furthermore, oral vowels that precede or follow a nasal consonant undergo a phonetic nasalization process by coarticulation. Acoustic and aerodynamic research has revealed that the nasalized portion of high vowels, in particular that of /i/, is greater than that of mid and low vowels (Rochet and Rochet 1991, Delvaux, Demolin, Harmegnies, and Soquet 2008). The percentage of nasalization of /i/ has been found to be greater than half the vowel, which could suggest that a phonological nasalization process exists in FR. However, the high nasalization rate seems rather be due to the fact that the duration of /i/ is shorter in closed syllables.

**Table 4.** Vowel distribution in FR (European pronunciation) (Dow 2014).

Context	Oral	Nasal
_#	[pɛ] ‘peace’	[pɛ̃] ‘bread’
_]C	[a.ti.ʁe] ‘to attract’	[kɑ̃.ti.te] ‘quantity’
_]N	[ka.nɑʁ] ‘duck’	[ɑ̃.ne.ʒe] ‘cover with snow’ (marginal)
_C]	[kɔs.mɔs] ‘cosmos’	[ʁe.pɔ̃s] ‘response’
_N#	[ʃɛn] ‘chain’	—

### 2.4.3 English

The phonological system of EN does not contain nasal vowels, thus the [nasal] feature does not operate contrastively in the vowel system. Table 5 displays the North American EN vowel inventory, excluding diphthongs.

**Table 5.** Vowel inventory of North American EN (based on Kurath 1977).

	Front	Central	Back
High	i ɪ		u ʊ
Mid-high	e	ə	o
Mid-low	ɛ		ʌ ɔ
Low	æ		ɑ

The feature [nasal] functions contrastively in the consonant system, which includes /m, n, ŋ/. The first two segments can occur in onset and coda position, while /ŋ/ can only appear in coda position. As shown in Table 6, the feature [nasal] also operates non-contrastively in the vowel system of EN through both progressive and regressive nasalization processes (e.g., Donegan and Stampe 1978). Nasalization in EN is represented by a phonological rule by which nasality is spread from the consonant to the preceding oral vowel in closed syllables with a nasal coda (e.g., Lahiri and Marslen-Wilson 1991, Solé 1992). For instance, underlying

*bean* /bin/ is realized as [bĩn]. Regressive nasalization is often blocked or occurs to a lesser degree in open syllables followed by a nasal onset (V.N or V#N), in which case it is due merely to phonetic coarticulation (e.g., Clumeck 1975). Although Cohn (1993)<sup>2</sup> has proposed that regressive nasalization in EN is a phonetic process even in closed syllables given that it is gradient and is not categorical, nasalization is stable and extends quite far back into the vowel when compared with Spanish and its gradience is predictable from context and speech rate (e.g., Clumeck 1975, Rochet and Rochet 1991, Solé 1992). Moreover, an optional process of nasal coda elision may take place when the consonant is followed by a voiceless stop occurring in the same syllable (e.g., [bẽt] ‘bent’) (e.g., Zue and Laferriere 1979, Cohn 1993). In this particular context, the preceding vowel is categorically nasalized.

**Table 6.** Vowel distribution in EN.

Context	Oral	Nasal(ized)
_#	[bi] ‘bee’	—
_]C	[‘bi.tən] ‘beaten’	—
_]N	[kli.nər] ‘cleaner’	—
_C]	[bit] ‘beat’	—
_N]	—	[bĩn] ‘bean’
_NC]	—	[bẽ(n)t] ‘bent’

#### 2.4.4 Spanish

The Spanish grammar does not possess a phonemic oral-nasal contrast for vowels. As Table 7 illustrates, only five oral vowels constitute the Spanish vowel inventory.

---

<sup>2</sup> Cohn’s (1993) characterization of the English nasalization process as phonetic is likely due to it being compared with FR and Sundanese languages and not examining languages like Spanish. However, a comparison of FR, EN, and SP clearly indicates three different statuses for vowel nasalization, and her use of the phonetic status seems to apply more adequately to the SP nasalization process than to that of EN.



**Table 7.** Vowel inventory of Spanish.

	Front	Central	Back
High	i		u
Mid	e		o
Low		a	

Spanish vowels may surface word-finally and may be followed by an oral or nasal coda or onset, as displayed in Table 8. This language uses the feature [nasal] contrastively for consonants, which consist of /n, m, ɲ/. The three nasal consonants can appear in onset position and only /n/ can occur word-finally. They also occur in coda position, where they assimilate to the place of articulation of the following consonant (e.g., *enfermo* [emfermo] ‘sick’) (Harris 1969).

In Caribbean dialects as well as in Andalusian and Extremaduran varieties (CS), nasal codas are weakened word-medially and word-finally and the preceding oral vowel is nasalized (e.g., Terrell 1975, Cedergren and Sankoff 1975, D’Introno and Sosa 1988, Sampson 1999, Colantoni and Kochetov 2012). The weakening of the nasal coda seems to follow a continuum, where the segment can be produced as a velar [ŋ], a glide [ɣ], a placeless consonant [N], or it can be elided. For example, the word *tan* ‘so’ may be realized, among others, as [tan], [tãŋ], or [tã].

Although the realization of the nasal coda in these varieties has been carefully investigated from a sociolinguistic perspective, to my knowledge, the nasalization of the preceding vowel has not been studied from a phonetic point of view, with the exception of Lederer’s (2003) manuscript. Her aerodynamic study revealed that vowels followed by a velarized nasal consonant in Cuban Spanish were categorically nasalized. Moreover, Cedergren and Sankoff (1975) reported that, in Panamanian Spanish, high vowels favor elision and, when nasal codas are elided (68% of instances), nasalization of the preceding vowel is obligatory.

Elision of the nasal coda is present in all CS varieties, although with different frequencies that also vary according to speech style (Terrell 1975, Colantoni and Kochetov 2012). This phenomenon gives rise to C $\tilde{V}$  syllables, where nasal vowels may surface in pseudo-contrastive contexts, word-medially and word-finally, and need to be interpreted by CS speakers as distinct from their oral counterparts. The CS grammar thus possesses a feature [nasal] for vowels that is allophonic, but that may apply in pseudo-contrastive contexts. This change in progress occurring in CS can thus hypothetically be seen as a transition from a grammar like that of EN, where nasalization is allophonic, to a grammar like that of FR, where nasality is contrastive for vowels.

**Table 8.** Vowel distribution in CS and SP.

	Spanish (conservative)	Caribbean Spanish	
Context	Oral	Oral	Nasal(ized)
_#	[te] ‘tea’	[te] ‘tea’	—
_]C	[‘te.la] ‘tissue’	[‘te.la] ‘tissue’	—
_]N	[‘te.ma] ‘theme’	[‘te.ma] ‘theme’	—
_C]	[‘tar.ta] ‘pie’	[‘tar.ta] ‘pie’	—
_N]	[tan] ‘so’	[tan] ‘so’	[tã(ŋ)] ‘so’

Other Spanish dialects (SP), such as Mexican, Argentinean, and some Peninsular varieties, are more conservative in this respect. In these varieties, nasal consonants in coda position are not weakened (e.g., Harris 1969, Quilis 1993, Colantoni and Kochetov 2012) and nasalization in the VN context has been shown to be minimal and gradient (Fails 2011). Furthermore, Solé (1992) compared the speech of Peninsular Spanish and EN speakers to determine whether allophonic nasalization was present in the two languages. Participants were asked to repeat a sentence at five different speech rates. While for EN speakers nasalization covered a longer or shorter portion of a vowel at slower and faster rates respectively, for

Spanish speakers the nasalized part was the same small portion at all five speech rates. This led the author to the conclusion that in EN regressive nasalization is allophonic, while in SP varieties nasalization is a purely phonetic process.

## 2.5 Redeployment of Feature [Nasal]

*Redeployment* refers to the combining of an L1 feature with a set of other existing L1 features to create a new sound category (Mah and Archibald 2003, Archibald 2004). In the present study, the BP nasal vowel /ĩ/ was chosen to test the naïve perception of the vocalic oral-nasal contrast by FR, EN, CS, and SP monolinguals. Basing our predictions on the FM hypothesis, naïve listeners need to redeploy the feature [nasal] available in their L1 in order to create new categories for this non-native sound. The Ci-Cĩ contrast will allow us to test three different redeployment options at the first exposure to the oral-nasal contrast:

- (1) redeployment of contrastive features within the vowel system,
- (2) redeployment of contrastive features from the consonant to the vowel system, and
- (3) redeployment of allophonic features to contrastive status.

As explained in section 2.3, the feature [nasal] can function contrastively both on vowels (e.g., European FR /ẽ/ vs. /ɛ/) and consonants (e.g., EN /n/ vs. /d/). This allows for the redeployment possibilities (1) and (2). Under option (1), the feature [nasal] would be redeployed from a native vowel on which the contrastive feature applies to a native vowel on which it does not. If this possibility is borne out, we expect that only the FR group can discriminate the contrast /i/-/ĩ/ by combining the feature [nasal] that functions contrastively on L1 vowels to create the phonemic category /ĩ/. EN, SP, and CS speakers would not be able to discriminate this contrast due to the inexistence of the feature [nasal] operating contrastively for vowels in their L1 grammar. Expected results are shown in Table 9.

**Table 9.** Expected results if contrastive [nasal] is redeployed from V to V (option 1).

Contrast	Contrastive [nas] for V	No contrastive [nas] for V	Discrimination results
Ci-Cĩ	FR	EN	✓
		CS	x
		SP	x

Under option (2), the feature [nasal] that operates contrastively on native language consonants would be redeployed to the vowel system to create a new category. In this case, the four groups of listeners should perform the same: they should be able to perceive the Ci-Cĩ contrast, as all three L1s possess the contrastive [nasal] for consonants, as displayed in the following table.

**Table 10.** Expected results if contrastive [nasal] is redeployed from C to V (option 2).

Contrast	Contrastive [nas] for C	Discrimination results
Ci-Cĩ	FR	✓
	EN	✓
	CS	✓
	SP	✓

According to Brown's proposal, the FM only applies to contrastive features, but there is the possibility that the hypothesis could also hold for allophonic features (e.g., EN nasalized vowels). Under option (3), the allophonic feature [nasal] that operates on vowels could be used to perceive a non-native contrastive nasal vowel if its status becomes contrastive.

As discussed earlier, various studies have shown that EN speakers might be able to perceive the oral-nasal contrast in vowels (Beddor and Strange 1982, Lahiri and Marslen-Wilson 1991, Ohala and Ohala 1995). However, different reasons could lead to this performance. It could be the case that the feature [nasal] was redeployed from the EN consonant system to the vowel system (option 2), thus creating nasal vowel categories, or that

allophonic nasality became contrastive (option 3). In order for the latter possibility to occur, the feature [nasal] that operates non-contrastively on vowels (which is obligatorily followed by a contrastive feature [nasal] in VN sequences) must be completely dissociated from the nasal consonant. However, it is possible that this dissociation does not take place, thus causing the perception of an illusory nasal consonant following the vowel. In this case, the oral-nasal vowel contrast could be distinguished as CV vs. CVN instead of CV vs. C $\tilde{V}$ . In order to determine whether this misperception occurs, we included the following contrast types in the experiment: C $\tilde{V}$ -CVN and C $\tilde{V}$ -C $\tilde{V}$ N.

These two contrast shapes could lead to another difficulty in interpreting the results, as the syllable structure of the two categories of stimuli being compared is not the same. The absence versus presence of a coda (C $\tilde{V}$  vs. CVN) could be salient enough for listeners to help them distinguish the two stimuli. Therefore, to confirm that the allophonic [nasal] feature was completely redeployed to become contrastive (option 3), the contrast shape CVN-C $\tilde{V}$ N was also included. The following table illustrates the expected results for this redeployment possibility.

**Table 11.** Expected results if allophonic [nasal] is redeployed to contrastive status (option 3).

Contrasts	Contrastive [nas] for V	Allophonic [nas] for V	No allophonic [nas] for V	Discrimination results
Ci-C $\tilde{i}$	FR	EN CS	SP	✓
				✓
				✓
				x

Like in the first redeployment possibility, the FR group should succeed in the discrimination task by using the feature [nasal] contrastive for vowels in the L1 of its speakers. Then, CS speakers would be expected to behave as EN speakers due to the existence of the allophonic feature [nasal] in their L1. Lastly, SP speakers would not be able to discriminate the

contrasts given that their L1 grammar does not possess the contrastive nor the allophonic feature for vowels, which would not allow the redeployment to take place.

If the three groups of speakers correctly perceive Ci-Cĩ, it could also be due to the centralization effect of nasal vowels. Centralization is caused by the interaction between oral and nasal formants (Maeda 1993). For high vowels, the nasal formant is higher than the first formant of the oral counterpart, so a high nasal vowel might be perceived as being lower than it is. For low vowels, the nasal formant is lower than the first formant of the corresponding oral vowel, which gives the perceptual impression that the nasal vowel is higher than its oral counterpart. Moreover, Krakow, Beddor, Goldstein et Fowler (1988) found that the perceived height of non-contextual nasal vowels (e.g., [bĩd]) varied from that of the oral counterparts, while that of contextual nasalized vowels (e.g., [bĩnd]) did not. In the present study, /ĩ/ could be perceptually interpreted as being lower than its counterpart /i/, thus resembling /ẽ/. The contrasts Cĩ-Cẽ and CĩN-CẽN were therefore added to the discrimination test to verify that this phenomenon did not bias the results. A category of control contrast was also included and consisted of contrast shapes CV-CVN, CV-CĩN, and the contrast CĩN-CẽN.

Furthermore, the BP nasal vowel /ẽ/ was also included to compare its non-naïve perception with the naïve perception of /ĩ/ and better interpret the results obtained in the latter category. The vast majority of EN, CS, and SP speakers tested here live in Montreal and have been actively exposed to FR in a formal (classroom) or informal setting. Therefore, the perception of this phoneme is not naïve for most participants, which allows to determine whether a feature that could not be redeployed at the first exposure to a non-native segment can be redeployed with more experience in the L2. Finally, we would expect that the /e/-/ẽ/ contrast is discriminated correctly by FR speakers, as Quebec FR grammar possesses /ẽ/ and the feature [nasal] of European FR operates contrastively on the mid-low vowel /ẽ/. Either the feature could be redeployed to create the category /ẽ/ or the phoneme could be assimilated to European FR /ẽ/, as predicted by the Perceptual Assimilation Model (PAM) proposed by Best (1995). A summary of the contrast categories used to examine the naïve and non-naïve perception of the BP oral-nasal contrast is found in the following table.

**Table 12.** Summary of investigated contrast categories.

Contrast category	Discrimination	Contrast shape
Naïve perception	ĩ perceived as i	Ci-Cĩ
Non-naïve perception	ẽ perceived as e	Ce-Cẽ
Perceptual illusion	ĩ perceived as VN or ÑN	CÑ-CVN CÑ-CÑN
Syllabic structure	absence-presence of N in ÑN-VN	CVN-CÑN
Centralization of nasal vowels	ĩ perceived as ẽ	Cĩ-Cẽ CĩN-CẽN
Control		CV-CVN CV-CÑN CĩN-CẽN

### 3. Methodology

The creation and procedure of the discrimination task used to test the different feature redeployment options will be described in the present section.

#### 3.1 Stimuli

Experimental stimuli consisted of open oral (CV), open nasal (CÑ), closed oral (CVN), and closed nasal (CÑN) monosyllables. Onset consonants were /p/, /k/, /f/, and /s/, which were expected to have no effect on the following vowel, and the nasal coda in closed syllables was /ŋ/ because it is the closest nasal consonant to a vowel, often considered to be a nasal glide or a placeless nasal [N] (McCarthy 2008). As previously mentioned, tested vowels were /ĩ/, /i/, /ẽ/, and /e/. The stimuli were created from recorded syllables of the shapes CV, CÑ, NÑ, CVC, and CVN, which were constituted of the same segments than those of the stimuli, with the addition of two nasal onsets /m/ and /n/ (in NÑ), in case that the nasality degree of some nasal

vowels was not sufficient, and an oral coda /g/ (in CVC)<sup>3</sup> to create CVŋ stimuli, which are not well-formed in BP, respecting the transition vowel-velar consonant. The recorded syllables (and the precise segments) used to create the experimental stimuli are shown in Appendix A.

One male and one female native BP speaker recorded the syllables in a sound attenuated booth in the Multilingual Speech Laboratory at Concordia University, Montreal. Both speakers were highly proficient in English and were linguistics specialists. Recordings were made in stereo using Praat (Boersma and Weenink 2015), sampled at 44.1 kHz, and using a Glottal Enterprises nasometer (NAS-1 SEP Clinic) connected to an iMac computer outside the booth. The nasometer, which was held by the speakers, consisted of two equally spaced microphones separated by a plate, which was placed between their nose and their upper lip. It was used to measure the nasal energy in the production of nasal vowels to ensure a sufficient nasality rate. Speakers were asked to read four groups of sentences containing the syllables in the carrier phrase: *Ele diz ... três vezes* ‘He says ... three times’. They were instructed to pronounce a long vowel in open syllables and tense [i] and [e] in CVg syllables. Moreover, a nasality pre-test was completed before recording open nasal syllables, which showed that all vowels tested had appropriately proportionate nasal energy levels. In total, the recording session lasted one hour for the male speaker and two hours for the female speaker.

Recorded syllables were then analyzed and modified in Praat. The length of all vowels and codas was measured and the rhyme’s required length was established to be 400 ms in both open and closed syllables, where in closed syllables, the vowel was 245 ms and the coda 155 ms. To attain the 400 ms in open syllable stimuli (CV and C $\tilde{V}$ ), some of the vowels were lengthened by a maximum factor of 2 or were replaced by longer tokens, while others were shortened by eliminating the final portion of the segment. To reach 245 ms in closed syllable stimuli (CVŋ and C $\tilde{V}$ ŋ), oral segments were shortened by deleting a portion from the mid point of the vowel, while nasal vowels were shortened by a minimum factor of 0.4 to preserve nasality rates.

---

<sup>3</sup> CVd and CVn syllables were also recorded to create CVn and C $\tilde{V}$ n stimuli (totalling 52 recorded syllable types), but were then excluded given that the nasal coda in several tokens was perceived as /ŋ/ by the researchers which could bias the results.



Open nasal syllables (C $\tilde{V}$ ) required special attention. An examination of spectrograms and waveforms of the nasal vowels' oral and nasal channels showed that, even in targeted open syllables, / $\tilde{i}$ / exhibited a nasal murmur (/ŋ/) in the recordings of both speakers. This consonantal closure was eliminated from all C $\tilde{i}$  syllables. In the case of / $\tilde{e}$ /, spectrograms revealed diphthongization in most of the female speaker's tokens, but none in those of the male speaker. Where present, the second part of the diphthong (i.e., /j/) was removed from C $\tilde{e}$  syllables. Nasality was then quantified by using the Differential Energy Ratio (DER) measurement (Dow 2014). Energy readings were first extracted from the oral and nasal channels, each of which was separately recorded with the nasometer. Nasality was then calculated at ten different points for each nasal vowel. The DER subtracts the nasal energy from the oral energy at each point of the vowel. From these calculations, a differential energy curve could be drawn containing a positive and a negative area. In the positive area, oral energy is greater than nasal energy, while in the negative area, nasal energy exceeds oral energy. The ratio of the negative area to the total area is then computed, resulting in percentage rate. The DER rate of oral vowels is closer to 0%, while that of nasal vowels is closer to 100%.

Obtained rates indicated that nasality was higher than 50% for / $\tilde{i}$ / and / $\tilde{e}$ / vowels produced by the male speaker and for the / $\tilde{i}$ / vowels produced by the female speaker (see Appendix B1). However, nasality of the female speaker's / $\tilde{e}$ / vowels varied from 9.1% to 100%. This last group of vowels was problematic due to / $\tilde{e}$ / being composed of a long oral part, a short nasal part, and a nasal [j]. When eliminating the glide, the percentage of nasality for the rest of the vowel decreased, causing a nasality rate lower than 50% for a great number of vowels. A portion of the vowels' oral part was therefore eliminated and nasality was measured for these new segments, which obtained a nasality rate higher than 50%. The two longest vowels with the greatest proportion of nasality per speaker were selected to create the experimental stimuli with a minimal nasality percentage of 90% (see Appendix B2).

Final modifications consisted of normalizing all stimuli. First, some onsets required modification. The female speaker's /p/s were aspirated, so they were replaced by the single

least aspirated token. Some /f/s were shorter than others, so they were lengthened by duplicating a mid point portion of the segment. Some female speaker's instances of /s/ were not as strident as those of the male speaker and so were lengthened to reduce this perceptual difference (see Brannen 2011 on fricative duration as a cue to stridency). Furthermore, a fade-out effect was added at the end of all stimuli to avoid a sudden cut causing a click noise and the pitch contour was modified due to a clear difference between speakers. Female voice stimuli had a pronounced rising pitch, while male voice stimuli had a flat pitch. The pitch contour of all stimuli was stylized to a moderate rising pitch for approximately 235 ms of the vowel and a flat pitch during the last 165 ms of the rhyme to respect the natural flat pitch of codas. This ensured that open syllables had the same pitch contour pattern as closed syllables. Finally, intensity was normalized to 70 dB and, from each stimulus, five tokens with slightly different pitch frequencies were created to reflect natural phonetic variability. Factors used to synthesize pitch frequencies were 0.96, 0.98, 1, 1.02, and 1.04. In sum, two tokens (n=2) per speaker (n=2) were created for each stimulus type (n=32), which were then multiplied by five, totalling 640 tokens. However, not all the tokens were needed to build the experiment.

### 3.2 Design

The experiment comprised an AXB Discrimination task during which participants heard sequences of three stimuli and were asked to indicate if the second item (X) was more similar to the first (A) or the third (B) item (e.g., MacKain et al. 1981, Van Hoesen and Shoups 1999, Gerrits 2001). Triads were created as follows. For each contrast type (e.g., pi-pĩ) there were four possible triads, but only two were used. Triad types (X=A vs. X=B) and onset types (/p/ vs. /k/ and /f/ vs. /s/) were counterbalanced by using different randomization patterns (see Appendix C1). Thus, in half the selected triads, X was the same stimulus type as A, while in the other half, X was the same stimulus type as B. Items A and B were never the same.

With the aim of making the stimuli as naturalistic as possible, an individual token was never used more than once. As previously explained, there were two original tokens for each stimulus type that were then multiplied by synthesizing their pitch. Synthesized versions of the

first original token were used in X=A triads, while synthesized versions of the second original token were used in X=B triads. For the same pitch synthesizing factor (e.g., 1.02), approximately 70 tokens were used. Furthermore, for each sequence, A and B were stimuli recorded by the same BP speaker, while X was a stimulus recorded by the other speaker (see Gottfried 1983; Flege, Munro, and Fox 1994). Thus, if A and B had a female voice, X had a male voice and vice versa. This ensured that listeners generalize away from indexical properties and pay particular attention to phonological features to make discrimination judgements. Similar randomization patterns as those used for the triad and onset types were applied to obtain the same number of sequences in which X had a female voice rather than a male voice (see Appendix C2).

In a further attempt to ensure categorical phonemic judgements, the length of the interstimulus interval (ISI) between the items of a triad was set to 750 ms, as it has been shown that a shorter ISI leads to acoustic or phonetic processing instead (Werker and Logan 1985). A longer ISI length thus causes non-contrastive information to decay from the listener's memory and requires them to access the phonological level of representation to analyze the stimuli. This was necessary in our experiment to test the redeployment possibilities of the phonological feature [nasal]. Finally, a pure tone, created in Praat with a frequency of 325 Hz and a length of 500 ms, was followed by a 500 ms silence and indicated the beginning of each trial. There were a total of 120 triads in the experiment and six triads in the training session. The latter were chosen from the possible triads that were not used in the experiment and the same randomization procedures as for the experiment were followed.

### **3.3 Participants**

A total of 48 native speakers of BP, FR, EN, CS, and SP took part in the experiment. There were 22 men and 25 women aged between 18 and 35 years old. However, the results of one female participant from the CS group were lost and those of two male speakers from the EN and FR groups were excluded because they reported speaking Punjabi and Arabic, respectively, at home during their childhood. All remaining non-BP participants reported

having no higher than low-intermediate level of proficiency in a second language and they had never learned Portuguese or been actively exposed to the language. The FR group consisted of eight participants from France (4) and Quebec (4). The EN group was formed by nine speakers of Canadian varieties. The CS group of speakers consisted of nine speakers from Colombia (Cartagena, Santa Marta), Peru (Lima), Venezuela (Caracas, Maracay, Maracaibo, Maturín), and Spain (Málaga) and the SP group was constituted of eleven participants from Chile (Santiago), Colombia (Bogotá, Cali, Neiva), Ecuador (Loja), Mexico (Mexico City). Finally, the control group included seven BP speakers, the majority being highly proficient in other languages. Most participants had lived in Montreal for at least three months, but some had recently arrived to the city as immigrants or to take intensive FR or EN courses. All participants had thus already been exposed to FR in the past weeks, months, or years. They were recruited through postings at Montréal universities, community centers, language schools, and on the Internet. A compensation of 10\$ was offered for their participation.

### **3.4 Procedure**

The experiment took place in the Multilingual Speech Laboratory at Concordia University. Participants did the perception test in a sound attenuated booth, on a MacBook laptop computer. They used AKG K 240 MK II Semi-open studio headphones and the volume was set to 60%, which suited all participants. The experiment consisted of a short training session in which participants listened to six practice triads and had the opportunity to ask questions to the researcher. Then, they proceeded to do the first part of the experiment, which consisted of 60 triads, followed by a break to fill out the online linguistic background questionnaire, and then the second part of the experiment which comprised another 60 triads.

## **4. Results**

The reaction time of the data collected from the AXB discrimination task was first examined and responses that had a reaction time three standard deviations higher or lower than the mean were discarded. The mean and standard deviation were calculated individually and no

participant had more than five responses that were thrown out. In total, 97 outliers were discarded, from which 50 were correct answers and 47 were incorrect. Moreover, one particular triad of the Cĩŋ-Cẽŋ contrast was excluded for all participants as it had the lowest average success rate of 6.8%. The range of success rates for all the other triads in that particular contrast type (Cĩŋ-Cẽŋ) was between 68.3% and 97.7%, indicating that there was a problem with the stimuli in that specific triad. The remaining data were examined by using two statistical tests: a binomial test and a t-test. On the one hand, the binomial test served to establish if the performance of each group of speakers in a given contrast was significantly higher than chance. It was calculated from the total number of good responses and the total number of trials of each given group. The probability of success for each total number of trials was considered to be 0.5 as only two answer types were possible (A or B). Significantly higher than chance results were indicated by a cumulative probability ( $x \geq \text{number of successes}$ ) of  $p \leq 0.05$ . On the other hand, the t-test was used to calculate whether the performance difference between two language groups for a single contrast or between two contrasts for a single group was statistically significant ( $p \leq 0.05$ ). The results for each contrast category are presented in this section.

#### 4.1 Control Contrasts

The goal of the present study was to examine the BP oral-nasal contrast perception by speakers of different L1s, namely FR, CS, EN, and SP. Before we can examine their performance in the naïve and non-naïve perception contrast categories, we need to ensure that the AXB Discrimination task was well understood by the participants and that there were no issues concerning the design of the experiment. Control contrasts consisted of Ciŋ-Ceŋ, Ci-Cĩŋ, Ce-Cẽŋ, Ci-Ciŋ, and Ce-Ceŋ. Figure 1 displays the performance rate of each group in the contrast Ciŋ-Ceŋ and in the contrast types CV-Cĩŋ and CV-CVŋ. The language groups on the x-axis of the figures are ordered by following the expected decreasing success in the naïve perception contrast category, given the redeployment predictions advanced in section 2.5.

**Figure 1.** Discrimination performance of the contrasts Ci $\eta$ -Ce $\eta$ , CV-C $\tilde{V}\eta$ , and CV-CV $\eta$  by language group.

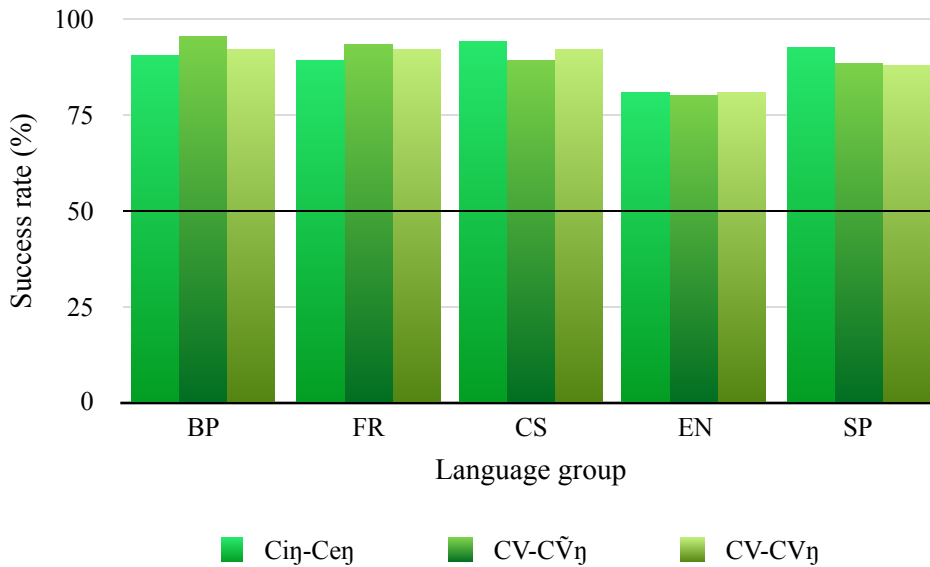


Table 13 shows that the discrimination results for this contrast category, where the total number of success responses (t.s), the total number of triads (t.t), and the success rate (s.r) for each contrast and language group are displayed. The EN group's performance was generally lower than that of the other groups. The speakers' discrimination of the contrasts Ce-C $\tilde{e}\eta$  (79%) and Ci-Ci $\eta$  (78%) was particularly low in comparison with the other groups of speakers. A t-test comparing the performance of the EN group with that of each of the other populations revealed that the EN speakers' performance in the Ci-Ci $\eta$  contrast was significantly lower than that of the other groups ( $p \geq 0.05$ ) and that their success rate for the discrimination of the Ci-C $\tilde{i}\eta$  and Ce-C $\tilde{e}\eta$  contrasts was significantly lower than that of the FR group ( $p=0.046$ ) and the BP group ( $p=0.002$ ) respectively. Although it is not clear why these differences should exist, no group, including EN, ever falls below 78% on average for any control contrast. Moreover, binomial tests showed that the contrasts were accurately perceived at higher than chance level by all language groups ( $p \leq 0.01$ ), strongly suggesting that participants had no difficulty understanding or attending to the task.

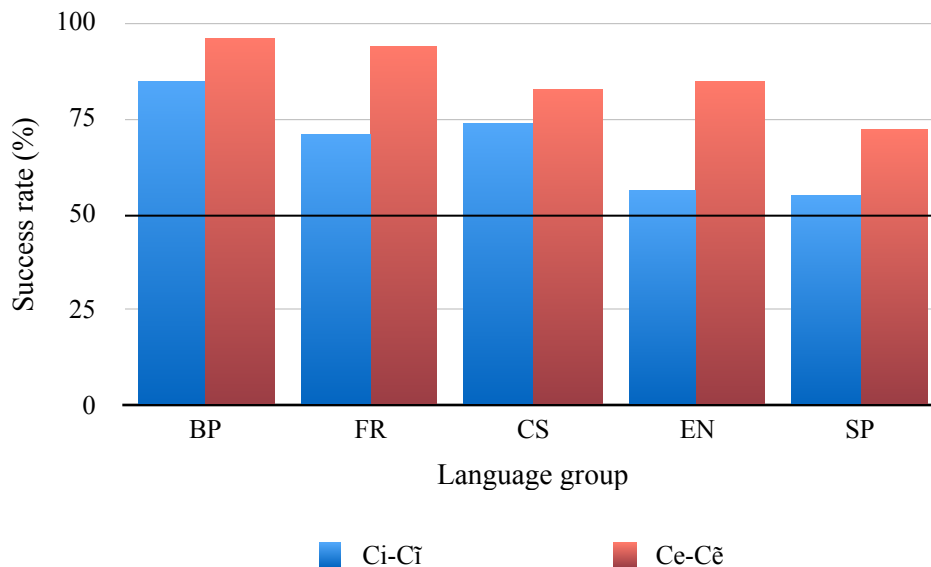
**Table 13.** Discrimination performance of the contrasts Ciŋ-Ceŋ, Ci-Cĩŋ, Ce-Cẽŋ, Ci-Ciŋ, and Ce-Ceŋ by language group (s.r.=percentage of good responses)

	Ciŋ-Ceŋ			Ci-Cĩŋ			Ce-Cẽŋ			Ci-Ciŋ			Ce-Ceŋ		
Gro up	t.s.	t.t.	s.r. (%)	t.s.	t.t.	s.r. (%)	t.s.	t.t.	s.r. (%)	t.s.	t.t.	s.r. (%)	t.s.	t.t.	s.r. (%)
BP	49	54	<b>91</b>	52	56	<b>93</b>	54	55	<b>98</b>	51	54	<b>94</b>	50	56	<b>89</b>
FR	55	62	<b>89</b>	62	64	<b>97</b>	57	63	<b>90</b>	61	64	<b>95</b>	57	64	<b>89</b>
CS	68	72	<b>94</b>	67	70	<b>96</b>	59	71	<b>83</b>	62	69	<b>90</b>	66	70	<b>94</b>
EN	58	72	<b>81</b>	59	72	<b>82</b>	56	71	<b>79</b>	56	72	<b>78</b>	59	70	<b>84</b>
SP	82	88	<b>93</b>	77	88	<b>88</b>	77	86	<b>90</b>	78	85	<b>92</b>	72	86	<b>84</b>

## 4.2 Naïve and Non-naïve Perception

In order to test the different feature redeployment options in naïve and non-naïve perception, the contrast shape CV-C $\tilde{V}$  was used. Figure 2 displays the results obtained by each language group for the contrasts Ci-Cĩ and Ce-Cẽ.

**Figure 2.** Discrimination performance of the contrasts Ci-Cĩ and Ce-Cẽ by language group.



Results displayed in Table 14 show that the BP control group obtained high scores in discriminating both native contrasts. The speakers' performance for the contrast Ce-Cẽ (96%)

was higher than that for Ci-Cĩ (85%), mainly due to one of the speakers performing only at chance (binomial:  $p=0.637$ ). However, the difference between Ce-Cẽ and Ci-Cĩ did not prove to be statistically significant (t-test:  $p=0.241$ ). Ce-Cẽ was also a native contrast for Quebec FR speakers and was expected to be accurately perceived by European FR speakers due to the presence of Cɛ-Cẽ in this dialect of French. Indeed, both Quebec and European FR speakers were able to discriminate the Ce-Cẽ contrast with high success rates (97% and 91%, respectively). Although Quebec FR speakers' performance was higher than that of European FR speakers, this difference was not shown to be significant (t-test:  $p=0.207$ ), indicating that the European FR group performed in a native-like manner on this contrast. The control groups' results suggest that poor performance by any other language group is due to difficulties with the perception of the contrast and not to problems with the task.

**Table 14.** Discrimination performance of the contrasts Ci-Cĩ and Ce-Cẽ by language group.

Group	Ci-Cĩ			Ce-Cẽ		
	t.s.	t.t.	s.r. (%)	t.s.	t.t.	s.r. (%)
BP	47	55	<b>85</b>	53	55	<b>96</b>
FR	44	62	<b>71</b>	60	64	<b>94</b>
CS	53	72	<b>74</b>	58	70	<b>83</b>
EN	40	71	<b>56</b>	61	72	<b>85</b>
SP	47	85	<b>55</b>	62	86	<b>72</b>

Recall from section 2.5 that the contrast Ci-Cĩ was needed to answer the question of whether naïve non-native listeners can redeploy the feature [nasal] existing in their L1 to create a new phonemic category. Both Quebec (67%) and European (74%) FR speakers succeeded in discriminating this non-native contrast at a higher than chance level (binomial:  $p \leq 0.01$ ) and the difference between the two subgroups was not statistically significant (t-test:  $p=0.741$ ). The CS group also succeeded in discriminating this non-native contrast (73%) at a higher than chance level (binomial:  $p \leq 0.01$ ). Moreover, a t-test revealed that the performance



of the FR and CS groups was not significantly different (t-test:  $p=0.714$ ) nor was either statistically different from that of BP speakers (t-test:  $p=0.137$  and  $p=0.179$ , respectively), suggesting that both groups performed at a near-native level. As for EN and SP speakers, they did not succeed in discriminating this contrast, as their performance (56% and 55%, respectively) was not higher than chance (binomial:  $p=0.171$  and  $p=0.193$ , respectively). These two groups' performance was significantly lower than that of the BP control group (t-test:  $p=0.004$  and  $p=0.003$ , respectively). Moreover, a t-test showed that the performance difference between the CS and EN groups was statistically significant ( $p=0.018$ ), while that between EN and SP was not ( $p=0.841$ ). These results indicate that FR and CS speakers were able to discriminate the Ci-Cĩ non-native contrast at its first exposure, whereas EN and SP speakers were not. The naïve perception of the oral-nasal contrast thus varied according to the L1 of the speakers, suggesting that the status of the feature [nasal] in the L1 phonological system plays a role in the naïve discrimination of this non-native contrast.

Furthermore, the contrast Ce-Cẽ was required to answer the question of whether the same non-native listeners can redeploy the feature [nasal] present in their L1 to create a new L2 segment to which they have already been exposed (i.e., in French). Binomial tests revealed that the performance of the five groups of speakers was significantly higher than chance ( $p \leq 0.01$ ). Moreover, t-tests showed that the BP control group and the FR group's performances were significantly higher than that of the CS ( $p=0.009$  and  $p=0.024$ , respectively) and SP ( $p=0.001$  and  $p=0.002$ , respectively) groups, but were not statistically different from that of EN ( $p=0.064$  and  $p=0.111$ , respectively). Although not significantly different from the EN and CS groups ( $p=0.105$  and  $p=0.113$ , respectively), the SP speakers obtained the lowest score for the discrimination of this contrast (72%). These results indicate that non-native listeners were able to discriminate the Ce-Cẽ contrast, but that the performance of the EN group was more native-like than that of the CS and SP groups.

Finally, when comparing the performance across vowels (Ci-Cĩ vs. Ce-Cẽ), we observe that FR, EN, and SP speakers obtained significantly higher rates at discriminating the contrast Ce-Cẽ than Ci-Cĩ (t-test:  $p=0.01$ ,  $p=0.001$ , and  $p=0.01$ , respectively), whereas BP and CS

speakers' performance did not differ significantly from one contrast to the other (t-test:  $p=0.241$  and  $p=0.168$ , respectively). These findings suggest that FR speakers were more accurate at discriminating their native (or near-native) contrast than the non-native contrast and that CS speakers' performance did not vary significantly according to their experience with the contrasts. As for EN and SP groups, who could not naïvely perceive the Ci-Cĩ contrast, they were able to discriminate a contrast to which they had already been exposed, namely Ce-Cẽ. However, it is necessary to look at the perceptual illusion category results to determine whether the EN speakers were truly able to perceive Cẽ accurately or whether they instead misperceived the nasal vowels as being followed by a nasal consonant.

### 4.3 Perceptual Illusion

The contrast shapes Cĩ-CṼN and Cĩ-CĩṼN were necessary to verify whether the nasal vowel in open syllables was perceived as being followed by an illusory nasal consonant. The following table exhibits the success rates for this contrast category by language group.

**Table 15.** Discrimination performance of the contrast shapes Cĩ-CṼN and Cĩ-CĩṼN by language group.

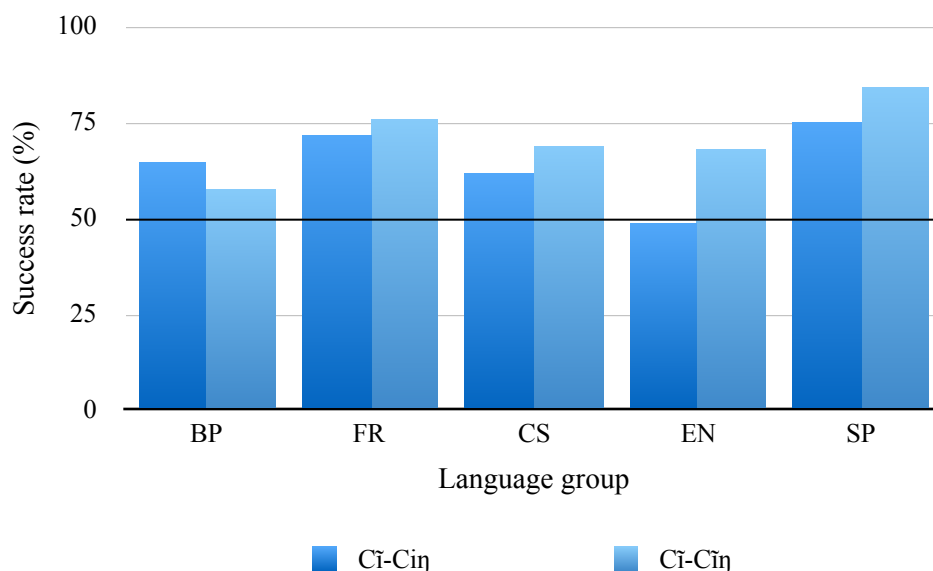
Group	Cĩ-Ciŋ			Cĩ-Cĩŋ			Cẽ-Ceŋ			Cẽ-Cẽŋ		
	t.s.	t.t.	s.r. (%)	t.s.	t.t.	s.r. (%)	t.s.	t.t.	s.r.	t.s.	t.t.	s.r. (%)
BP	36	55	<b>65</b>	32	55	<b>58</b>	49	56	<b>88</b>	30	51	<b>59</b>
FR	46	64	<b>72</b>	48	63	<b>76</b>	52	63	<b>83</b>	43	61	<b>70</b>
CS	43	69	<b>62</b>	48	70	<b>69</b>	53	72	<b>74</b>	45	70	<b>64</b>
EN	35	72	<b>49</b>	48	71	<b>68</b>	49	69	<b>71</b>	48	72	<b>67</b>
SP	65	87	<b>75</b>	73	87	<b>84</b>	66	87	<b>76</b>	52	87	<b>60</b>

This contrast category was particularly important for the EN and the CS populations, as their L1 grammars possess the feature [nasal] that operates allophonically in the vowel system. This phonological nasalization process is caused by the neighbouring nasal coda, so redeployment of the non-contrastive feature to contrastive status requires the dissociation of

the feature [nasal] from the nasal coda. This dissociation is not necessary for the FR and SP group, whose L1 vowels are not allophonically nasalized. Moreover, although the BP group was needed as a control for the critical contrasts, BP speakers were not expected to accurately perceive the perceptual illusion contrasts, as these are not well-formed in the BP grammar.

The results for the Cĩ-Ciŋ and Cĩ-Cĩŋ contrasts are plotted in Figure 3. Binomial tests revealed that the contrast Cĩ-Ciŋ was discriminated by the BP, FR, CS, and SP groups at a higher than chance level ( $p \leq 0.027$ ), while the EN group performed at chance ( $p = 0.638$ ). Moreover, t-tests showed that SP speakers performed significantly higher than CS speakers ( $p = 0.021$ ), who in turn performed significantly higher than EN speakers ( $p = 0.01$ ). The performance of the BP speakers did not significantly differ from that of FR ( $p = 0.475$ ) and the performance of these two groups did not statistically differ from that of the CS nor SP groups ( $p \geq 0.154$ ), but was significantly higher than that of EN speakers ( $p = 0.047$  and  $p = 0.005$ , respectively). These results suggest that all groups were capable of discriminating Cĩ-Ciŋ, except for the EN group. This would mean that the EN speakers perceive an illusory nasal coda, thus misperceiving the nasal vowel /ĩ/ as the sequence /iŋ/. In the case of CS speakers, their performance in this contrast shows that they were able to dissociate the feature [nasal] from the nasal coda.

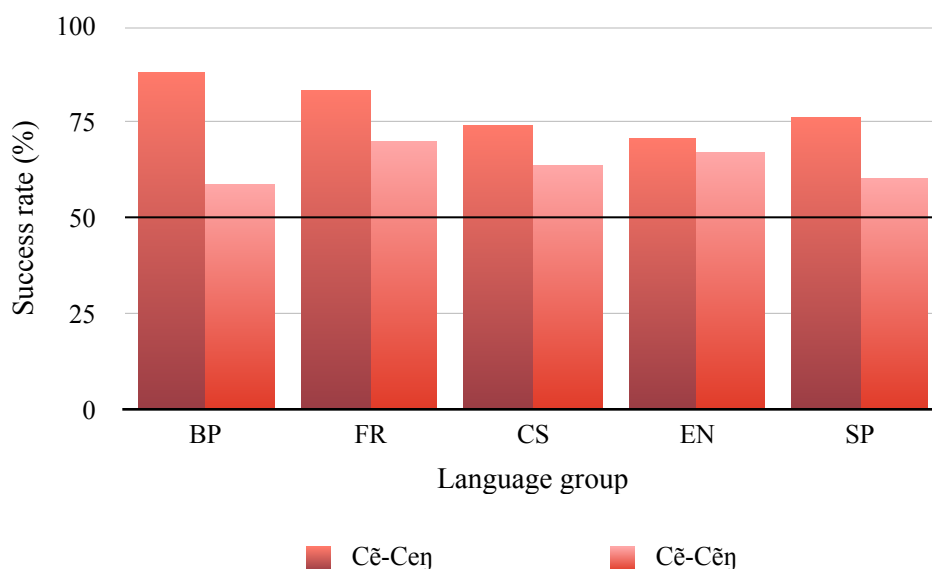
**Figure 3.** Discrimination performance of the contrasts Cĩ-Ciŋ and Cĩ-Cĩŋ by language group.



On the other hand, the contrast Cĩ-Cĩŋ was discriminated at a higher than chance level by all groups of speakers (binomial:  $p \leq 0.002$ ), except for BP speakers (binomial:  $p = 0.14$ ). A t-test showed that this group's performance was significantly different from that of FR and SP speakers ( $p = 0.034$  and  $p = 0.004$ , respectively), but was not statistically different from that of the CS and EN groups ( $p = 0.181$  and  $p = 0.18$ ). The low performance of the BP group could be explained by the fact that their L1 nasal vowels are followed by a nasal murmur /ŋ/, thus rendering difficult the perception of Cĩ-Cĩŋ. As for the other groups, only the difference between EN and SP speakers' performances turned out to be statistically significant ( $p = 0.032$ ), the latter having obtained a higher score (83.9%) than the former group (67.6%). The results for this contrast show that, EN and CS groups do not seem to have major difficulties in dissociating the feature [nasal] from the nasal consonant. Moreover, SP speakers' high performance reflects that they are not required to do this dissociation.

The results for Cẽ-Ceŋ and Cẽ-Cẽŋ are displayed in Figure 4. Binomial tests showed that all groups performed higher than chance on the contrast Cẽ-Ceŋ ( $p \leq 0.001$ ) and that the FR, CS, EN, and SP groups' performance was higher than chance for the contrast Cẽ-Cẽŋ ( $p \leq 0.043$ ). However, the BP group's performance for the latter contrast was at chance level ( $p = 0.131$ ). No statistical significance was found in the t-tests between different language groups for either contrast ( $p \geq 0.115$ ).

**Figure 4.** Discrimination performance of the contrasts Cẽ-Ceŋ and Cẽ-Cẽŋ by language group.



When comparing the contrast shapes  $C\tilde{V}$ -CVN and  $C\tilde{V}$ - $C\tilde{V}N$  across vowels, the t-tests show three statistical differences. On the one hand, the SP group surprisingly performed significantly lower in the discrimination of  $C\tilde{e}$ - $C\tilde{e}\eta$  than of  $C\tilde{i}$ - $C\tilde{i}\eta$  ( $p=0.004$ ). On the other hand, the performance of the EN and BP groups was significantly higher for  $C\tilde{e}$ - $C\tilde{e}\eta$  than for  $C\tilde{i}$ - $C\tilde{i}\eta$  ( $p=0.01$  and  $p=0.05$ , respectively).

The results for the perceptual illusion category indicate that, while none of the groups performed near ceiling, FR, CS, and SP speakers did not have major difficulties in perceiving the four contrasts, while BP and EN did. The fact that nasal vowels are followed by a nasal murmur ([ŋ]) in BP may account for their difficulty in perceiving  $C\tilde{V}$ - $C\tilde{V}N$  contrasts. As for EN speakers, they only performed near chance for the contrast  $C\tilde{i}$ - $C\tilde{i}\eta$ , but seemed able to dissociate the feature [nasal] in the contrast  $C\tilde{i}$ - $C\tilde{i}\eta$  and the mid vowel contrasts. This suggests that, except in the special case of  $C\tilde{i}$ - $C\tilde{i}\eta$ , they might be able to dissociate the feature from the nasal coda. Moreover, the syllabic structure of the stimuli being contrasted (e.g.,  $C\tilde{e}$  vs.  $C\tilde{e}\eta$ ) might have helped the listeners to discriminate the perceptual illusion contrasts. To verify this, the results from the syllabic structure contrast category will be presented.

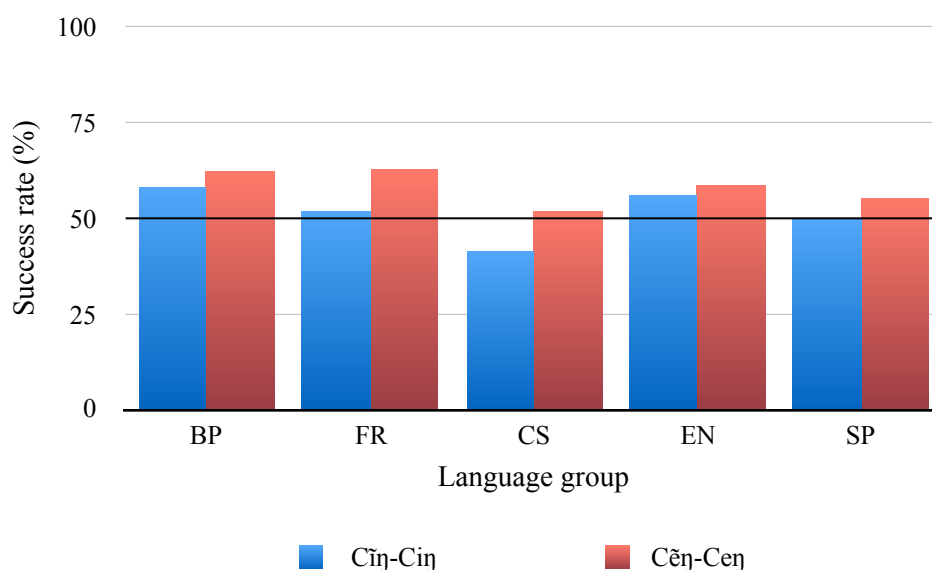
#### 4.4 Syllabic Structure

Accurate performance in the perceptual illusion contrast category could mean that the difference in syllable structure (open vs. closed) between the contrasted stimuli helped the listeners to distinguish between them. In an attempt to check whether this was the case, the CVN- $C\tilde{V}N$  contrast shape was included in the experiment. The results are displayed in Figure 5.

Table 16 presents the success rates for all groups in the discrimination of the  $C\tilde{i}\eta$ - $C\tilde{i}\eta$  and  $C\tilde{e}\eta$ - $C\tilde{e}\eta$  contrasts. Binomial tests revealed that BP and FR groups discriminated the mid vowel contrast at a higher than chance level ( $p=0.049$  and  $p=0.021$ , respectively), whereas all groups for high vowels and CS, EN and SP groups for mid vowels performed at chance ( $p\geq 0.077$ ). These low scores indicate that all the listeners had difficulties in discriminating these two contrasts, which implies that, except for mid vowels for BP and FR speakers, the

oral-nasal contrast could not be perceived in closed syllables. These results also suggest that the syllabic structure of the contrasts included in the perceptual illusion category may have helped listeners to discriminate between the open versus closed syllable stimuli.

**Figure 5.** Discrimination performance of the contrasts Cĩŋ-Ciŋ and Cẽŋ-Ceŋ by language group.



**Table 16.** Discrimination performance of the contrasts Cĩŋ-Ciŋ and Cẽŋ-Ceŋ by language group.

Group	Cĩŋ-Ciŋ			Cẽŋ-Ceŋ		
	t.s.	t.t.	s.r. (%)	t.s.	t.t.	s.r. (%)
BP	30	52	<b>58</b>	49	56	<b>62</b>
FR	32	61	<b>52</b>	52	63	<b>63</b>
CS	29	71	<b>41</b>	53	72	<b>52</b>
EN	40	72	<b>56</b>	49	69	<b>59</b>
SP	42	84	<b>50</b>	66	87	<b>55</b>

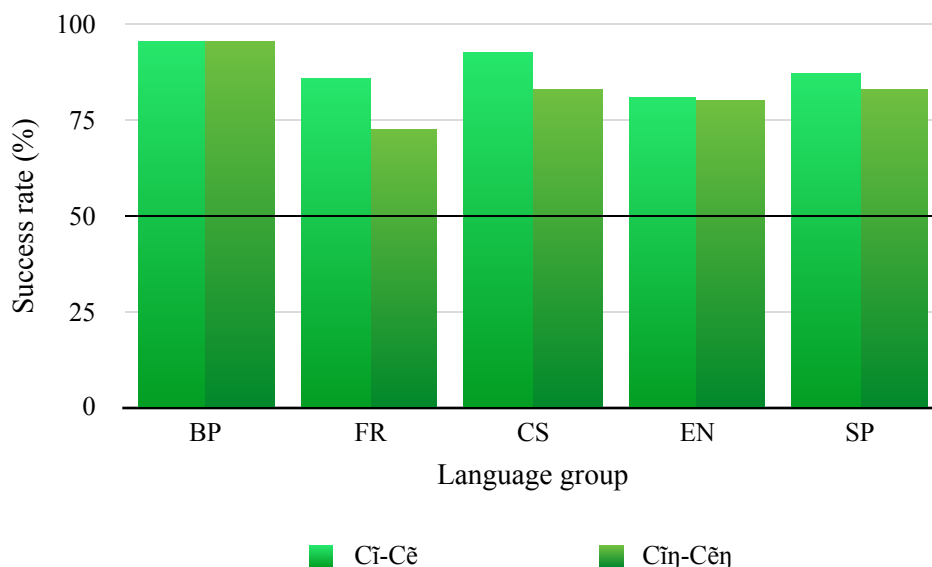
#### 4.5 Centralization of Nasal Vowels

Finally, the perceptual impression of high nasal vowels as being lower than their oral counterparts may have led the listeners to accurately perceive contrasts that compared the

phonemes /ĩ/ and /i/, namely Cĩ-Ci, Cĩ-Ciŋ, Ci-Cĩŋ, and Cĩŋ-Ciŋ, which could be perceived as Cẽ-Ci, Cẽ-Ciŋ, Ci-Cẽŋ, and Cẽŋ-Ciŋ respectively. The contrasts Cĩ-Cẽ and Cĩŋ-Cẽŋ thus served to determine whether the high vowel /ĩ/ was perceived as being lower, resembling /ẽ/, which could bias the perception of the other contrasts. Figure 6 illustrates the results for this contrast category.

**Figure 6.** Discrimination performance of the contrasts Cĩ-Cẽ and Cĩŋ-Cẽŋ by language group.

As shown in the following table, all language groups succeeded in discriminating the two contrasts at a higher than chance level (binomial:  $p \leq 0.001$ ). These success rates indicate that the centralization problem was not present in the perception of the high vowel stimuli.



However, t-tests revealed that BP speakers performed significantly higher than EN speakers for the contrast Cĩ-Cẽ ( $p=0.032$ ) and than FR, CS, and EN speakers ( $p \leq 0.033$ ), but not SP speakers ( $p=0.06$ ), for the contrast Cĩŋ-Cẽŋ. This may suggest that, as part of the control group, BP speakers perceive their native vowels' height more accurately than the other L1 speakers.

**Table 17.** Discrimination performance of the contrasts  
Cĩ-Cẽ and Cĩŋ-Cẽŋ by language group.

Group	Cĩ-Cẽ			Cĩŋ-Cẽŋ		
	t.s.	t.t.	s.r. (%)	t.s.	t.t.	s.r. (%)
BP	54	56	<b>96</b>	45	47	<b>96</b>
FR	55	64	<b>86</b>	40	55	<b>73</b>
CS	67	72	<b>93</b>	52	63	<b>83</b>
EN	56	69	<b>81</b>	48	60	<b>80</b>
SP	74	85	<b>87</b>	64	77	<b>83</b>

In sum, the design of the experiment and the perceptual lowering of high nasal vowels do not seem to have caused any difficulties for the listeners. The main contrasts of this study (i.e., the naïve and non-naïve perception contrasts) indicated that (1) the perception of the naïve /ĩ/ is subject to the nasality characteristics of the listeners' L1 grammar and (2) the perception of the non-naïve /ẽ/ is more accurate than that of naïve /ĩ/, possibly due to previous experience with the former sound, as opposed to the latter. Moreover, the syllabic structure category showed that none of the groups were able to discriminate the oral-nasal contrast in closed syllables and that syllabic structure might have helped all groups to perceive the perceptual illusion category contrasts. However, this category was only relevant for EN and CS speakers and indicated that the CS group performed higher than chance for all contrasts in this category, while the EN group performed at chance in one contrast (i.e., Cĩ-Ciŋ) out of four. In the next section, the results will be discussed with a view to addressing the redeployment options in section 2.5.

## 5. Discussion

The naïve perception of the BP Ci-Cĩ contrast was investigated to test the various redeployment possibilities of the feature [nasal] at the first exposure to a non-native vowel contrast. The results from the AXB Discrimination task demonstrate that FR and CS speakers



are able to accurately discriminate /i/-/ĩ/, whereas EN and SP speakers are not. Table 18 illustrates these results.

**Table 18.** Naïve discrimination performance for the contrast Ci-Cĩ.

Contrast	Contrastive [nas] for V	Allophonic [nas] for V	Contrastive [nas] for C	Discrimination results
Ci-Cĩ	FR	EN CS	FR	✓
			EN	x
			CS	✓
			SP	x

**Table 19.** Non-naïve discrimination performance for the contrast Ce-Cě.

Contrast	Contrastive [nas] for V	Allophonic [nas] for V	Contrastive [nas] for C	Discrimination results
Ce-Cě	FR	EN CS	FR	✓
			EN	✓
			CS	✓
			SP	✓

The oral-nasal contrast Ce-Cě served to interpret the naïve perception results by comparing the discrimination of /i/-/ĩ/ with the non-naïve perception of /e/-/ě/ for the EN, CS, and SP speaking groups. Most EN, CS, and SP participants were in the process of learning Quebec FR or had been exposed to this language, so it was not the first time they had listened to the BP and FR phoneme /ě/. As for the FR speaking group, this contrast also served as a pseudo-control contrast, given that their L1 possesses the /e/-/ě/ contrast in the case of Quebec FR speakers and /ɛ/-/ě/ in the case of European FR speakers. The results show that the four groups of listeners succeeded in discriminating the contrast /e/-/ě/, as displayed in Table 19. The implications of these results for the redeployment options stated in section 2.5 are discussed in the present section.

### 5.1. Option 1: Redeployment of contrastive [nasal] within the vowel system

Only the FR grammar possesses the feature [nasal] operating contrastively on non-high vowels. Under option 1, FR speakers were expected to redeploy the feature by combining it with the features of the phoneme /i/ to create the new phonemic category /ĩ/. The results for the naïve perception contrast category showed that, indeed, the FR group was able to discriminate the contrast Ci-Cĩ, while the EN and SP groups were not. This suggests that, in naïve perception, the redeployment of the feature [nasal] that functions contrastively on L1 vowels is possible to create L2 vowel categories.

Moreover, the FR group's performance in the discrimination of the native/near-native contrast Ce-Cẽ was higher than in that of the non-native contrast Ci-Cĩ. This indicates that, although possible at first exposure to the non-native segment, the redeployment of the contrastive [nasal] within the vowel system is somewhat difficult. However, the redeployment of contrastive features within the consonant system seems to be much more difficult at the first exposure to a non-native contrast, as can be observed in Matthews's (1997) data. By using an AX Discrimination task, Matthews examined the naïve and non-naïve perception of non-native consonant contrasts by Japanese speakers. The author found that the three contrasts whose non-native segments could be built from existing L1 features were perceived at a higher rate than the /r/-/l/ contrast, whose contrastive feature does not exist in the Japanese grammar. However, the mean number correct for the first three contrasts in the pretest was between four and six out of 12, which indicates that participants might have performed at chance. After five weeks of training, the posttest scores were between five and seven out of 12, which suggests that they could improve with more experience. Although in the present study a different discrimination task was used, FR speakers' average score of 71% for the naïve perception of the Ci-Cĩ suggests that the redeployment of contrastive features from an L1 vowel to an L2 vowel is not as difficult as the redeployment of contrastive features from an L1 consonant to an L2 consonant.

Furthermore, European and Quebec FR speakers were able to perceive the native (Quebec FR) or near-native (European FR) Ce-Cẽ contrast at a significantly higher level than

the other groups. This suggests that European FR speakers were able to assimilate the /ẽ/ phoneme to their native /ẽ/, as predicted by Best's (1995) PAM. Another possibility is that they redeployed the feature [nasal] from their native vowel system to create this new vowel category. This would suggest that redeployment of the feature to create /ẽ/ is easier from a sound that is closer (/ẽ/) than from one that is more distant (/ĩ/). In this case, given that the perception of /ĩ/ was significantly more difficult than that of /ẽ/, we would expect that the perception of /ẽ/, although not as difficult, would also cause some difficulties for European FR speakers. However, the performance difference between the two FR sub-groups was not significant for the discrimination of Ce-Cẽ. Thus, the first interpretation seems to better explain the listeners' behavior, although more data could be collected to verify this.

## **5.2. Option 2: Redeployment of contrastive [nasal] across systems**

The four languages under examination possess the feature [nasal] that functions contrastively on consonants. If redeployment option 2 was borne out, we expected that all language groups would be able to redeploy this feature to the vowel system to create the new segmental category, thus perceiving the oral-nasal contrast. This prediction was not supported by the results obtained in the naïve perception contrast category, as EN and SP speakers were not able to discriminate the contrast Ci-Cĩ, which indicates that they did not succeed in redeploying the feature [nasal] across systems.

Nonetheless, both groups were able to perceive the non-naïve contrast Ce-Cẽ. For the EN group, it is possible that it was the feature [nasal] operating allophonically on L1 vowels which was redeployed to contrastive status, as predicted by option 3 (see section 5.3.2). However, as the SP grammar does not possess the feature [nasal] for vowels, the only possibility that holds for this group is that the feature [nasal] was successfully redeployed from the consonant system. This suggests that, although the redeployment of contrastive features across systems does not seem to be possible in naïve perception, this type of redeployment may be accomplished with more experience in the L2.

Moreover, this redeployment across systems could be accomplished in two different ways. On the one hand, the feature [nasal] operating contrastively on consonants could be redeployed in one step to the vowel system. On the other hand, this feature could first be redeployed to allophonic status in the vowel system and then from allophonic to contrastive status. The SP group's performance in the perceptual illusion contrast category was significantly higher for Cĩ-Cĩŋ than for Cẽ-Cẽŋ, which suggests that these speakers might perceive an illusory nasal coda after the non-naïve mid nasal vowel, but not after the naïve high vowel. The second redeployment interpretation thus seems plausible, although it could be confirmed with more data.

### **5.3. Option 3: Redeployment of allophonic [nasal] to contrastive status**

The feature [nasal] operates allophonically in EN and CS grammars. Option 3 thus stipulates that, while the feature already has contrastive status in the FR grammar, in the EN and CS grammars it needs to be redeployed from allophonic to contrastive status in order for these speakers to create a non-native phonemic category. Thus, if option 3 was validated, at the first exposure to the Ci-Cĩ contrast, FR, CS, and EN speakers should be able to discriminate the contrast, whereas SP speakers should not. As previously seen, the FR group was able to redeploy the contrastive feature. However, while the CS group succeeded in discriminating the non-native contrast, the EN group did not, suggesting that the redeployment of allophonic features may or may not be possible at the first exposure to a non-native sound.

#### **5.3.1. The case of EN**

The EN group did not succeed in distinguishing between the segments of the Ci-Cĩ contrast, which indicates that the redeployment type 3 could not be executed by naïve listeners. EN speakers instead behaved similarly to SP speakers in the perception of this contrast, as neither group was able to discriminate these phonemes.

In the present study, it has been assumed that regressive nasalization is phonological in EN and phonetic in SP. However, the data obtained for these two groups of speakers could

support an analysis where nasalization in EN is purely phonetic, as has been proposed by Cohn (1993), while in CS it is indeed phonological. If this were the case, the performance of the EN group of speakers would be due to the inexistence of the feature [nasal] operating phonologically in their vowel system and to their inability to redeploy the feature that functions contrastively in their L1 consonant system to the vowel system, like SP speakers.

Nevertheless, EN speakers did not discriminate Cĩ-Ciŋ at a greater than chance level, indicating that they might have perceived Cĩ as Cĩŋ. This could be due to their native regressive nasalization process, suggesting their inability to dissociate the feature [nasal] from the consonant following nasal vowels in their L1 grammar. Moreover, the performance of the SP group in both Cĩ-Ciŋ and Cĩ-Cĩŋ contrasts was significantly higher than that of the EN group. These differences between the behavior of the EN and SP groups do not sustain the hypothesis by which nasalization in EN would be a phonetic process like in SP.

Finally, the EN group of speakers was unable to redeploy the feature [nasal] that functions non-contrastively in their L1 when exposed to the /i/-ĩ/ contrast for the first time, but they succeeded in discriminating the non-naïve /e/-ẽ/ contrast. This could either indicate that, with more experience in the L2, (1) the feature [nasal] that functions contrastively in the consonant system can be redeployed to the vowel system or (2) the feature [nasal] that operates non-contrastively in the EN vowel system can be redeployed to contrastive status. Moreover, although EN speakers were not able to discriminate the syllable structure contrasts, their performance in the perceptual illusion contrast category for the mid vowels was not statistically different from that of the other groups, suggesting that they did not perceive an illusory nasal coda following the nasal vowel in the Ce-Cẽ contrast. However, the data obtained in the present study do not allow us to determine which redeployment option helped them discriminate this contrast.

### **5.3.2. The case of CS: Allophonic status in pseudo-contrastive context**

The CS grammar possesses the feature [nasal] for vowels, which functions non-contrastively. CS speakers succeeded in discriminating the contrast Cĩ-Ci, but their performance differed

significantly from that of the EN group, given that the latter was not effective in distinguishing between the phonemes. This suggested that, while the EN group was unable to redeploy the feature from allophonic to contrastive status, CS speakers succeeded in doing so. In fact, their performance in the naïve perception category was not significantly different from that of the FR group.

An explanation for the special behavior of the CS group could be that, although the feature [nasal] is allophonic, it may apply in a pseudo-contrastive context. As previously reported, the nasal consonant can be absorbed at a syllable or word boundary, leading to the production of nasal vowels in open syllables. An example of a minimal pair that may surface if the nasal coda is elided is the verb *estar* ‘to be’ conjugated in the third person singular *está* [es.'ta] versus plural *están* [es.'tã]. The change in progress through which nasal codas are absorbed does not seem to have been completed in any CS dialect, which would have engendered phonemic nasal vowels as it occurred in the history of the FR language<sup>4</sup> (Piñeros 2006), but the oral-nasal contrast is present in a covert manner. This resemblance between CS nasal allophones and FR nasal phonemes seems to have helped CS speakers redeploy the allophonic feature to contrastive status.

A major difference exists with regard to the redeployment requirements for each of these language groups in the perception of the /ĩ/ phoneme. On the one hand, this segmental category is absent from the FR grammar, so the speakers need to redeploy the feature from other native vowels, such as /ê/ or /ẽ/, to create this new category. On the other hand, this vowel exists as an allophone in the CS grammar. Thus, the CS speakers have to redeploy the feature from the allophone [ĩ] to create the phonemic category /ĩ/. However, the performance of both groups did not differ significantly in the perception of the Ci-Cĩ contrast, which suggests that the redeployment across phonemes and the redeployment from an allophone in pseudo-contrastive context to contrastive status carry the same degree of difficulty.

When comparing FR and CS groups’ performances in the non-naïve perception contrast category, we observe that the behavior of these two groups differs. The CS group

---

<sup>4</sup> In FR, *Ũ* vs. *VN* mean different things (e.g., *bon* [bɔ̃] ‘good’ masculine vs. *bonne* [bɔ̃n] ‘good’ feminine), in contrast to *Ũ* vs. *ŨN* in CS (e.g., *están* [es.'tã] or [es.'tãŋ] ‘they are’).

obtained similar success rates in both of these contrasts, which reflects that both /ĩ/ and /ẽ/ phonemes had to be created by redeploying the feature from the native allophones [ĩ] and [ẽ], respectively, in the same way. While both groups of speakers succeeded in discriminating the Ce-Cẽ contrast, the performance of the FR group was significantly higher than that of the CS group. This is due to the fact that the FR group only needed to redeploy the feature [nasal] in the case of the Ci-Cĩ contrast. Moreover, this indicates that allophones that occur in pseudo-contrastive contexts are not perceived as phonemes and require the redeployment of the feature [nasal]. If [ĩ] and [ẽ] were perceived as phonemes, we would have expected CS speakers to perform in both contrasts as FR speakers did for the native/near-native contrast Ce-Cẽ.

### **5.3.3. Nasalization domain of allophonic feature**

As previously discussed, although both the EN and CS groups possess the feature [nasal] with allophonic status in their L1 vowel system, only CS speakers were able to redeploy it to contrastive status. The performance disparity between the CS and EN speaking groups can be accounted for by the different characteristics of nasalization processes inherent to each L1. On the one hand, in EN, nasalization of the oral vowel in VN sequences is gradient and does not extend throughout the whole vowel, as shown by Cohn (1993) and Rochet and Rochet (1991). On the other hand, the weakening of the nasal consonant is a critical characteristic of CS, given that this related process greatly affects the nasalization degree of the preceding oral vowel. In CS, nasalization seems to be categorical due to nasal coda being weakened (Lederer 2003). But most importantly, at the end of this process' continuum, the nasal consonant can also be elided. At this point, the degree of vowel nasalization is at its peak, giving rise to a syllable- or word-final non-contextually nasalized vowel, such as those in the Cĩ stimuli of the experiment. As discussed in the previous section, the process of nasal consonant elision giving rise to nasal vowel allophones in pseudo-contrastive contexts in CS helped this group to create new phonemic categories.

Nonetheless, the nasal elision process also exists in EN. Then why was the performance of CS speakers significantly higher than that of EN speakers? CS and EN groups did not behave the same way presumably due to the different syllabic structure of the nasalization domain in the nasal elision process of each language. Nasal coda elision can only occur in a specific context in EN, but it may surface in a broad range of contexts in CS, as shown in Table 20. More precisely, in EN, the nasal consonant cannot be absorbed if it is not followed by a tautosyllabic voiceless stop, whereas in CS, the nasal coda can be elided syllable or word-finally. In other words, while a pseudo-contrastive nasal allophone can occur in open syllables in CS, a nasal vowel may only appear in closed syllables in EN. This suggests that, in naïve perception, the [nasal] feature that functions allophonically may only be redeployed to a non-native phoneme if the feature operates in L1 pseudo-contrastive open syllables.

**Table 20.** Nasal coda elision in EN and CS (based on Cohn 1993, Cedergren and Sankoff 1975). The symbol ‘\*’ means that  $\tilde{V}$  is variable and can be realized as  $\tilde{V}N$ .

	English		Caribbean Spanish	
Context	Realization	Example	Realization	Example
_NC]	$\tilde{V}^*C\#$	[sɛt] ‘sent’	—	—
_N]C	—	—	$\tilde{V}^*]C$	[‘kã.po] ‘field’
_N#C	$\tilde{V}N\#C$	[ðẽn#twais] ‘then twice’	$\tilde{V}^*\#C$	[kõ#‘fwe.go] ‘with fire’
_N#V	$\tilde{V}N\#V$	[ðẽn#wans] ‘then once’	$\tilde{V}^*\#V$	[es.‘tã#a.‘ta.ðos] ‘they are tide up’
_N#	$VN\#$	[ðẽn] ‘then’	$\tilde{V}^*\#$	[es.‘tã] ‘they are’

## 6. Conclusion

Given that the FM has only been corroborated for features that function contrastively in the consonant system, the purpose of this study was to test this hypothesis for features that can operate both in the vowel and consonant systems and that can have a contrastive or non-contrastive status. This was done by examining the perception of the oral-nasal BP contrast by



four language groups (FR, EN, CS, and SP). In FR, the feature [nasal] operates contrastively on vowels, while in EN and CS it operates allophonically, and in SP the feature is only present in the consonant system, as nasalization on vowels is purely phonetic. Thus, three redeployment options were advanced:

- (1) redeployment of the contrastive [nasal] from L1 vowel to L2 vowel,
- (2) redeployment of the contrastive [nasal] from L1 consonant to L2 vowel,
- (3) redeployment of the allophonic [nasal] from L1 allophone to L2 phoneme.

The naïve perception of the contrast /i/-/ĩ/ allowed us to test the different options and better understand the redeployment of the feature [nasal] by listeners' whose L1 grammars differ with respect to nasality. Indeed, as all groups were able to discriminate the non-naïve contrast /e/-/ẽ/, it would not have been possible to determine which redeployment possibility operated in each language group by only examining the non-naïve perception of the oral-nasal contrast.

The data obtained for the discrimination of /i/-/ĩ/ allow us to draw the following conclusions for the first exposure to a non-native contrast. First, the feature [nasal] operating contrastively in the grammar of a given L1 can be redeployed within the vowel system, as reflected in the FR speakers' behavior. Second, the feature [nasal] operating contrastively in the grammar of a given L1 may not be redeployed across systems (consonant to vowel), as demonstrated by the results of the SP group. Third, the feature [nasal] operating non-contrastively in the grammar of a given L1 might or might not be redeployed to contrastive status, as shown by the differing performances of the EN and CS groups. Nonetheless, all language groups performed at a higher than chance level for the discrimination of the non-naïve contrast /e/-/ẽ/, indicating that the three types of redeployment are possible with more experience in the L2.

The results reported in this study have various implications for FM. First, contrastive features operating on vowels behave like those operating on consonants in that they can be redeployed within the same (vowel or consonant) system at the first exposure. Then, contrastive features can also be redeployed from one system to another, namely from the consonant to the vowel system, with more experience in the L2. Moreover, the FM hypothesis

not only holds for contrastive features, but also for allophonic features which seem to redeploy to contrastive status, as previously suggested by Curtin et al. (1998). More precisely, the present study has indicated that allophonic features that operate in pseudo-contrastive open syllables may be redeployed, as in CS, while that applying in closed syllables may not, as in EN, at least in naïve perception.

Further questions remain to be explored. Regarding the naïve perception of non-native contrasts, the FM and PAM models could be tested together to determine whether, when exposed to a near-native contrast, listeners redeploy the feature from the closest L1 sound or they assimilate the near-native phoneme to the closest L1 phoneme. This was discussed in section 5.1 with regard to European FR speakers' perception of their near-native /e/-/ẽ/ contrast, as opposed to their native /ɛ/-/ẽ/ contrast. Concerning non-naïve (experienced) perception, the present data did not allow us to confirm whether the EN speakers were able to redeploy the feature [nasal] contrastive for consonants to the vowel system or the allophonic feature operating on L1 vowels to contrastive status. Lastly, the non-naïve perception performance of the SP group could be interpreted in two ways: (1) the contrastive [nasal] was redeployed in one step from the consonant to the vowel system or (2) the contrastive [nasal] was first redeployed to allophonic status in the vowel system and then from allophonic to contrastive status. In order to answer these questions regarding the EN and SP groups, these could be tested at various acquisition stages to allow a better observation of perception similarities and differences in the non-naïve and perceptual illusion contrast categories.

## References

- Archibald, J. (2004). Interfaces in the prosodic hierarchy: New structures and the phonological parser. *International Journal of Bilingualism*, 8(1), 29-50.
- Beddor, P. S., & Strange, W. (1982). Cross-language study of perception of the oral–nasal distinction. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 71(6), 1551-1561.
- Best, C. T. (1995). A direct realist view of cross-language speech perception. In Strange, W. (Ed.), *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*, 171-204. Baltimore: York Press.
- Best, C. T., McRoberts, G. W., & Goodell, E. (2001). Discrimination of non-native consonant contrasts varying in perceptual assimilation to the listener's native phonological system. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109(2), 775-794.
- Best, C. T., Hallé, P. A., Bohn, O. S., & Faber, A. (2003). Cross-language perception of nonnative vowels: Phonological and phonetic effects of listeners' native languages. In *Proceedings of The 15th international congress of phonetic sciences*, 2889-2892.
- Best, C. T., McRoberts, G. W., & Sithole, N. M. (1988). Examination of perceptual reorganization for nonnative speech contrasts: Zulu click discrimination by English-speaking adults and infants. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 14(3), 345.
- Best, C.T. & Strange, W. (1992). Effects of phonological and phonetic factors on cross-language perception of approximants. *Journal of Phonetics*, 20, 305–30.
- Best, C. T., & Tyler, M. D. (2007). Nonnative and second-language speech perception: Commonalities and complementarities. In Bohn, O.-S. & Monro, M. (Eds.), *Language experience in second language speech learning: In honor of James Emil Flege*, 13-34. Philadelphia: J. Benjamins Pub.
- Boersma, P. & Weenink, D. (2015). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 5.3.52, retrieved 10 July 2014 from <http://www.praat.org/>
- Brannen, K. (2011). The perception and production of interdental fricatives in second language acquisition. Doctoral dissertation, McGill University.

- Broselow, E. & Finer, D. (1991). Parameter setting in second language phonology and syntax. *Second Language Research*, 7(1), 35-59.
- Brown, C. A. (1998). The role of the L1 grammar in the L2 acquisition of segmental structure. *Second Language Research*, 14(2), 136-193.
- Brown, C. (2000). The interrelation between speech perception and phonological acquisition from infant to adult. *Second language acquisition and linguistic theory*, 4-63.
- Burnham, D. K. (1986). Developmental loss of speech perception: Exposure to and experience with a first language. *Applied Psycholinguistics*, 7(03), 207-239.
- Cedergren, H. & Sankoff. 1975. Nasals: A sociolinguistic study of change in progress. In Ferguson, C., Hyman, L. & Ohala, J. (Eds.), *Papers from a Symposium on Nasals and Nasalization*, 67-80.
- Clements, G., & Hume, E. (1995). The internal organization of speech sounds. In Clements, G. N., Hume, E., & Goldsmith, J., *The handbook of phonological theory*, 245-306.
- Cohn, A. C. (1993). Nasalisation in English: Phonology or phonetics. *Phonology*, 10(01), 43-81.
- Colantoni, L., & Kochetov, A. (2012). Nasal variability and speech style: An EPG study of word-final nasals in two Spanish dialects. *Italian Journal of Linguistics/Rivista di Linguistica*, 24, 11-42.
- Colantoni, L., & Steele, J. (2008). Integrating articulatory constraints into models of second language phonological acquisition. *Applied Psycholinguistics*, 29(03), 489-534.
- Clumeck, H. (1975). A cross-linguistic investigation of vowel nasalization: An instrumental study. In *Nasalfest. Papers From a Symposium on Nasals and Nasalization*, 133-152.
- Curtin, S., Goad, H., & Pater, J. V. (1998). Phonological transfer and levels of representation: The perceptual acquisition of Thai voice and aspiration by English and French speakers. *Second Language Research*, 14(4), 389-405.
- Delvaux, V. (2012). *Les voyelles nasales du français: aérodynamique, articulation, acoustique et perception*. Bruxelles: Peter Lang.

- Delvaux, V. (2006). Production des voyelles nasales en français québécois. In *XXVIe Journées d'études sur la parole*, 383-386.
- Delvaux, V., Demolin, D., Harmegnies, B., & Soquet, A. (2008). The aerodynamics of nasalization in French. *Journal of Phonetics*, 36(4), 578-606.
- D'Introno, F. & Sosa, J. M. (1988). Elisió de nasal o nasalizació de vocal en caraqueño. In Hammond, R. & Resnick, M. (Eds.), *Studies in Caribbean Spanish Dialectology*, 24-34.
- Donegan, P. J., & Stampe, D. (1978). The syllable in phonological and prosodic structure. *Syllables and segments*, 25-34.
- Dow, M. (2014). Contrast and markedness among nasal(ized) vowels: A phonetic-phonological study of French and Vimeu Picard. Doctoral dissertation, Indiana University.
- Fails, W. (2011). O grau de nasalização das vogais oronasais no português paulistano e no espanhol mexicano: Um estudo experimental comparativo. *Hispania*, 94(3), 443-461.
- Ferguson, C. A. (1963). Assumptions about nasals: A sample study in phonological universals. *Universals of language*, 53, 60.
- Flege, J. E. (1995). Second language speech learning: Theory, findings, and problems. In Strange, W. (Ed.), *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*, 233-277. Baltimore: York Press.
- Flege, J. E., Munro, M. J., & Fox, R. A. (1994). Auditory and categorical effects on cross-language vowel perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95(6), 3623-3641.
- Gerrits, P. A. M. (2001). *The categorisation of speech sounds by adults and children*. Utrecht, The Netherlands: LOT.
- Gigliotti De Sousa, M. G. (1994). Para a caracterização fonético-acústica da nasalidade no português do Brasil. Masters dissertation, Universidade Estadual de Campinas.
- Goto, H. (1971). Auditory perception by normal Japanese adults of the sounds "L" and "R". *Neuropsychologia*, 9(3), 317-323.
- Gottfried, T. (1983). Effects of consonant context on the perception of French vowels. *Journal of Phonetics*, 12, 91-114.

- Hallé, P. A., Best, C. T., & Levitt, A. (1999). Phonetic <i> vs.</i> phonological influences on French listeners' perception of American English approximants. *Journal of Phonetics*, 27(3), 281-306.
- Hancin-Bhatt, B. (1994). Segment transfer: A consequence of a dynamic system. *Second Language Research*, 10(3), 241-269.
- Harris, J. W. (1969). *Spanish phonology*. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Jackson, S., & Archibald, J. (2010). Phonological representations and perception of L2 contrasts. *New Sounds*, 215-220.
- Keating, Patricia A. (1988). Underspecification in phonetics. *Phonology*, 5, 275-292.
- Krakov, R. A., Beddor, P. S., Goldstein, L. M., & Fowler, C. A. (1988). Coarticulatory influences on the perceived height of nasal vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 83(3), 1146-1158.
- Kuhl, P. K., Conboy, B. T., Padden, D., Nelson, T., & Pruitt, J. (2005). Early speech perception and later language development: implications for the "Critical Period". *Language Learning and Development*, 1(3-4), 237-264.
- Kulikov, V. (2010). Features, cues, and syllable structure in the acquisition of Russian palatalization by L2 American learners. *New Sounds*, 275-280.
- Kurath, H. (1977). *A phonology and prosody of modern English*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- LaCharité, D., & Prévost, P. (1999). Le rôle de la langue maternelle et de l'enseignement dans l'acquisition des segments de l'anglais langue seconde par des apprenants francophones. *Langues et linguistique*, 25, 81-109.
- Lahiri, A. and Marslen-Wilson, W. 1991. The mental representation of lexical form: A phonological approach to the recognition lexicon. *Cognition*, 38, 245-94.
- Larson-Hall, J. (2004). Predicting perceptual success with segments: A test of Japanese speakers of Russian. *Second Language Research*, 20(1), 33-76.

- Lederer, J. (2003). The diachronic coronal-velar nasal relationship. In Proceedings of *The 15th International Congress of Phonetic Sciences*, edited by M.J. Solé, D. Recasens, and J. Romero, 2801-2804.
- Lisker, L., & Abramson, A. S. (1970). The voicing dimension: Some experiments on comparative phonetics. In *Proceedings of the 6th International Congress of Phonetic Sciences*. Prague: Academia.
- Maeda, S. (1993). Acoustics of vowel nasalization and articulatory shifts in French nasal vowels. *Phonetics and phonology*, 5, 147-167.
- MacKain, K. S., Best, C. T., & Strange, W. (1981). Categorical perception of English /r/ and /l/ by Japanese bilinguals. *Applied Psycholinguistics*, 2(4), 369-390.
- Maddieson, I. (1984). *Patterns of sounds*. Cambridge university press.
- Mah, J., & Archibald, J. (2003). The acquisition of L2 length contrasts. In Proceedings of *The 6th Generative Approaches to Second Language Acquisition Conference*, 208-212.
- Martin, P. (2002). Le système vocalique du français du Québec. De l'acoustique à la phonologie. *La linguistique*, 38(2), 71-88.
- Matthews, J. (1997). The influence of pronunciation training on the perception of second language contrasts. *International review of applied linguistics*, 35(2), 223-229.
- Matthews, J., & Brown, C. (1998). Qualitative and quantitative differences in the discrimination of second language speech sounds. In Proceedings of *The 22nd Annual Boston University Conference on Language Development*, 499-510.
- McCarthy, J. (2008) The gradual path to cluster simplification. *Phonology*, 25, 271-319.
- Miyawaki, K., Jenkins, J. J., Strange, W., Liberman, A. M., Verbrugge, R., & Fujimura, O. (1975). An effect of linguistic experience: The discrimination of [r] and [l] by native speakers of Japanese and English. *Perception & Psychophysics*, 18(5), 331-340.
- Moraes, J. A. (1997). Vowel Nasalization in Brazilian Portuguese: An Articulatory Investigation. In *Proceedings of the Eurospeech '97*, 2, 733-36.

- Ohala, J. J., & Ohala, M. (1995). Speech perception and lexical representation: the role of vowel nasalization in Hindi and English. *Phonology and Phonetic Evidence. Papers in Laboratory Phonology, 4*, 41-60.
- Polka, L., & Werker, J. F. (1994). Developmental changes in perception of nonnative vowel contrasts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 20*(2), 421.
- Quilis, A. (1993). *Tratado de fonética y fonología españolas*. Madrid: Gredos.
- Rochet, A. P., & Rochet, B. L. (1991). Acoustical analysis of nasal resonance patterns in speech. *Canadian Acoustics, 19*(4), 89-90.
- Sampson, R. (1999). *Nasal vowel evolution in Romance*. Oxford: Oxford University Press.
- Solé, M. J. (1992). Phonetic and phonological processes: The case of nasalization. *Language and Speech, 35*(1-2), 29-43.
- Strange, W. (2011). Automatic selective perception (ASP) of first and second language speech: A working model. *Journal of phonetics, 39*(4), 456-466.
- Summerell, F. S. (2010). The L2 Acquisition of Japanese Length Contrasts. *New Sounds, 475-480*.
- Terrell, T. (1975). La nasal implosiva y final en el español de Cuba. *Anuario de Letras, (13)*, 257-271.
- Teyssier, P., & Cunha, C. F. (1982). *História da língua portuguesa*. Lisboa: Sa da Costa.
- Van Hessen, A. J., & Schouten, M. E. H. (1999). Categorical perception as a function of stimulus quality. *Phonetica, 56*(1-2), 56-72.
- Van Reenen, P. (1982). *Phonetic Feature Definitions: Their integration into phonology and their relation to speech; a case study of the feature NASAL*. Walter de Gruyter.
- Werker, J. F., Gilbert, J. H., Humphrey, K., & Tees, R. C. (1981). Developmental aspects of cross-language speech perception. *Child development, 349-355*.
- Werker, J. F., & Lalonde, C. E. (1988). Cross-language speech perception: Initial capabilities and developmental change. *Developmental psychology, 24*(5), 672.



- Werker, J. F., & Tees, R. C. (1984). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant behavior and development*, 7(1), 49-63.
- White, L. (1988). Universal Grammar and language transfer. In Pankhurst, J., Sharwood Smith, M. and Van Buren, P., editors, *Learnability and second languages: a book of readings*. Dordrecht: Foris.
- Zue, V. W., & Laferriere, M. (1979). Acoustic study of medial/t, d/in American English. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 66(4), 1039-1050.

**Appendix A.** Experimental stimuli created from recorded syllables.  
The segments in bold were used to create the stimuli.

Experimental stimuli	Recorded syllables
CV:	<b>CV</b>
C $\tilde{V}$ :	<b>C<math>\tilde{V}</math></b> <b>C<math>\tilde{V}</math> + N<math>\tilde{V}</math></b>
CV $\eta$	<b>CV<math>g</math> + CV<math>\eta</math></b>
C $\tilde{V}$ $\eta$	<b>C<math>\tilde{V}</math> + CV<math>\eta</math></b>

**Appendix B1.** Recorded nasal vowels' nasality rates.

Nasal vowel	Male voice	Female voice	
ĩ	100%	52.7%-100%	
ẽ	52%-100%	9.1%-100%	55.4%-100%

**Appendix B2.** Final vowels' nasality rates in C $\tilde{V}$ : and C $\tilde{V}$ N syllables (%).

C $\tilde{V}$ :	Male voice	Female voice	C $\tilde{V}$ N	Male voice	Female voice
Cĩ	100	96.7-100	Cĩŋ	100	93.3-100
Cě	94.9-100	90.4-97.3	Cěŋ	92.8-100	90-100

**Appendix C1.** Randomization patterns of triad and onset types (Ci-Cĩ sample contrast).  
Grey cells denote the selected triads.

Patterns	X=A		X=B	
1-3	pi pi pĩ	pĩ pĩ pi	pi pĩ pĩ	pĩ pi pi
2-4	ki ki kĩ	kĩ kĩ ki	ki kĩ kĩ	kĩ ki ki
2-3	fĩ fĩ fĩ	fĩ fĩ fĩ	fĩ fĩ fĩ	fĩ fĩ fĩ
1-4	si si sĩ	sĩ sĩ si	si sĩ sĩ	sĩ si si

**Appendix C2.** Randomization patterns of triad voices (Ci-Cĩ sample contrast).  
Grey cells denote the selected triads.

	X=A		X=B	
Randomization Patterns	X=Male	X=Female	X=Male	X=Female
1-4	pi pi pĩ	pi pi pĩ	pi pĩ pĩ	pi pĩ pĩ
2-4	kĩ kĩ ki	kĩ kĩ ki	kĩ ki ki	kĩ ki ki
2-3	fĩ fĩ fĩ	fĩ fĩ fĩ	fĩ fĩ fĩ	fĩ fĩ fĩ
1-4	si si sĩ	si si sĩ	sĩ si si	sĩ si si

**Appendix D.** Number of participants by sex, age, and language group (F=female, M=male).

	BP		FR		EN		CS		SP		Sub-Total		Total
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	
18-20	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2	-	2
20-24	1	2	1	1	4	1	-	1	1	-	7	5	12
25-29	-	3	2	2	2	1	-	2	3	2	7	10	17
30-35	-	1	2	-	-	-	4	2	2	2	8	5	13
Sub-Total	1	6	5	3	7	2	4	5	7	4	24	20	44
Total	7		8		9		9		11				

## 5. Discussion générale

La perception naïve du contraste Ci-Cĩ du PB a été examinée afin de tester plusieurs possibilités de redéploiement du trait [nasal] à la première exposition à un contraste vocalique non natif. Les résultats obtenus dans la tâche de Discrimination AXB ont démontré que les locuteurs du FR et de l'EC sont capables de distinguer de façon exacte les sons /i/-ĩ/, tandis que les locuteurs de l'AN et de l'ES ne le sont pas. Le Tableau XIX illustre ces résultats.

**Tableau XIX** : Performance dans la discrimination naïve du contraste Ci-Cĩ.

Contraste	[nas] distinctif pour V	[nas] allophonique pour V	[nas] distinctif pour C	Résultats de discrimination
Ci-Cĩ	FR	AN EC	FR	✓
			AN	x
			EC	✓
			ES	x

**Tableau XX** : Performance dans la discrimination non-naïve du contraste Ce-Cẽ.

Contraste	[nas] distinctif pour V	[nas] allophonique pour V	[nas] distinctif pour C	Résultats de discrimination
Ce-Cẽ	FR	AN EC	FR	✓
			AN	✓
			EC	✓
			ES	✓

Le contraste oral-nasal Ce-Cẽ a été utilisé afin d'interpréter les résultats de perception naïve en comparant la discrimination de /i/-ĩ/ avec la perception non-naïve de /e/-ẽ/ par les groupes de locuteurs d'AN, d'EC et d'ES. La plupart des participants se trouvait dans le processus d'apprentissage du FR québécois ou avait déjà été exposée à cette langue, donc ce

n'était pas la première fois que ces participants entendaient le phonème /ẽ/, existant en PB et en FR. Concernant ce dernier groupe, Ce-Cẽ a servi comme contraste pseudo-contrôle, étant donné que la L1 des auditeurs possède le contraste /e/-/ẽ/ dans le cas des locuteurs du FR québécois et le contraste /ɛ/-/ẽ/ dans celui des locuteurs du FR européen. Les résultats ont montré que les quatre groupes d'auditeurs ont réussi à discriminer le contraste /e/-/ẽ/, tel qu'exhibé dans le Tableau XX. Les implications de ces résultats pour les options de redéploiement exposées dans la section 2.5 sont discutées dans la présente section.

### **5.1. Redéploiement du trait [nasal] distinctif au sein du système vocalique**

Seulement la grammaire du FR possède le trait [nasal] qui opère de façon distinctive sur les voyelles. L'option 1 prédisait que les locuteurs du FR devraient pouvoir redéployer le trait [nasal] en le combinant avec les traits du phonème /i/ pour créer la nouvelle catégorie phonémique /ĩ/. Les résultats obtenus dans la catégorie de contrastes de perception naïve ont montré que, en effet, le groupe FR a été capable de discriminer le contraste Ci-Cĩ, tandis que les groupes AN et ES n'ont pas réussi. Ceci suggère que, dans la perception naïve, le redéploiement du trait [nasal] qui fonctionne de façon distinctive sur les voyelles de la L1 s'avère possible pour créer des catégories vocaliques de la L2.

De plus, la performance du groupe FR dans la discrimination du contraste natif/presque-natif Ce-Cẽ était plus élevée que celle du contraste non natif Ci-Cĩ. Ceci indique que, bien qu'il soit possible à la première exposition à un segment non natif, le redéploiement du trait [nasal] distinctif au sein du système vocalique est légèrement difficile. Cependant, le redéploiement de traits distinctifs au sein du système consonantique semble être beaucoup plus difficile à la première exposition à un contraste non natif, comme il est possible d'observer dans les données de Matthews (1997). En se servant d'une tâche de Discrimination AX, Matthews a examiné la perception naïve et non-naïve de contrastes consonantiques par des locuteurs du japonais. L'auteur a pu constater que les trois contrastes dont le segment non natif pouvait être construit à partir de traits existant dans la L1 étaient perçus à un taux plus élevé que le contraste /r/-/l/, dont le trait distinctif n'existe pas en japonais. Cependant, le nombre

moyen de réponses correctes dans les trois premiers contrastes était entre quatre et six sur 12 dans le pré-test, ce qui indique que les participants peuvent avoir répondu au hasard. Après cinq semaines, les résultats du post-test étaient entre cinq et sept sur 12, ce qui suggère qu'ils ont pu s'améliorer avec plus d'expérience. Bien que dans la présente étude une tâche de discrimination différente ait été utilisée, le taux de succès moyen de 71% obtenu par les locuteurs de FR dans la perception naïve de Ci-Cĩ suggère que le redéploiement de traits distinctifs d'une voyelle de la L1 à une voyelle de la L2 n'est pas aussi difficile que le redéploiement de traits distinctifs d'une consonne de la L1 à une consonne de la L2.

En outre, les locuteurs du FR européen et québécois ont été capables de percevoir le contraste natif (FR québécois) ou presque-natif (FR européen) Ce-Cẽ à un niveau significativement plus élevé que les autres groupes. Ceci suggère que les locuteurs du FR européen ont assimilé le phonème /ẽ/ à leur phonème natif /ẽ/, tel que prédit par le PAM de Best (1995). Une autre possibilité serait que ce groupe ait redéployé le trait [nasal] du système vocalique de leur L1 pour créer cette nouvelle catégorie, ce qui signifierait que le redéploiement de ce trait est plus facile à partir d'un son plus proche tel que /ẽ/ que d'un son légèrement plus distant, comme /ĩ/. Dans ce cas, vu que la perception de /ĩ/ était significativement plus difficile que celle de /ẽ/, on s'attendrait à ce que, bien que pas aussi difficile, la perception de /ẽ/ cause aussi certaines difficultés aux locuteurs du FR européen. Cependant, la différence de performance entre ces deux sous-groupes de FR n'était pas significative pour la discrimination de Ce-Cẽ. Par conséquent, la première interprétation semble mieux expliquer le comportement des auditeurs, quoique plus de données pourraient être collectées afin de vérifier cette analyse.

## **5.2. Redéploiement du trait [nasal] distinctif du système consonantique au système vocalique**

Les quatre langues étudiées possèdent le trait [nasal] qui fonctionne de manière distinctive sur les consonnes. Si l'option de redéploiement 2 s'avérait, on s'attendrait à ce que tous les groupes de langues soient capables de redéployer le trait au système vocalique pour créer la

nouvelle catégorie phonémique, leur permettant de percevoir le contraste oral-nasal. Cette prédiction n'a pas été appuyée par les résultats de la catégorie de perception naïve, étant donné que les locuteurs d'AN et d'ES n'ont pas pu discriminer le contraste Ci-Cĩ, ce qui indique qu'ils n'ont pas été capables de redéployer le trait [nasal] à travers les systèmes.

Cependant, les deux groupes ont pu percevoir le contraste non-naïf Ce-Cẽ. Pour le groupe AN, il est possible que ce soit le trait [nasal] s'opérant de façon allophonique sur les voyelles de la L1 qui ait été redéployé au statut distinctif, tel que prédit par l'option 3 (voir section 5.3.2). Cependant, comme la grammaire de l'ES ne possède pas le trait [nasal] pour les voyelles, la seule possibilité qui est retenue pour ce groupe est celle où le trait [nasal] est redéployé à partir du système consonantique. Ceci suggère que, même si le redéploiement de traits distinctifs à travers les systèmes ne semble pas être possible dans la perception naïve de contrastes non natifs, celui-ci peut être accompli avec plus d'expérience dans la L2.

De plus, ce redéploiement à travers les systèmes pourrait être exécuté de deux façons différentes. D'une part, le trait [nasal] distinctif pour les consonnes pourrait être redéployé en une seule étape au système vocalique. D'autre part, ce trait pourrait en premier lieu être redéployé au statut allophonique dans le système vocalique et puis du statut allophonique au statut distinctif. La performance du groupe ES dans la catégorie de contrastes d'illusion perceptuelle était significativement plus élevée pour le contraste Cĩ-Cĩŋ que pour Cẽ-Cẽŋ, ce qui suggère que ces locuteurs perçoivent possiblement une coda nasale illusoire suivant la voyelle nasale moyenne non-naïve, mais pas après la voyelle fermée naïve. La deuxième interprétation de redéploiement semble donc plausible, bien qu'elle pourrait être confirmée avec plus de données.

### **5.3. Redéploiement du trait [nasal] allophonique au statut distinctif**

Le trait [nasal] a un statut allophonique dans la grammaire de l'AN et de l'EC. Par conséquent, l'option 3 stipule que, alors que le trait existant dans la grammaire du FR a déjà un statut distinctif, celui de la grammaire de l'AN et de l'EC doit être redéployé au statut distinctif afin de permettre la création d'une catégorie phonémique non native. Si l'option 3 était validée, à

la première exposition au contraste Ci-Cĩ, les locuteurs du FR, de l'EC et de l'AN devraient être capables de discriminer ce contraste, alors que les locuteurs de l'ES ne devraient pas l'être. Tel qu'observé précédemment, le groupe FR a été capable de redéployer le trait distinctif. Cependant, alors que le groupe EC a réussi à discriminer le contraste non natif, le groupe AN n'a pas réussi, suggérant que le redéploiement de traits allophoniques peut être ou ne pas être redéployé à la première exposition à un son non natif.

### **5.3.1. Le cas de l'AN**

Le groupe AN n'a pas réussi à distinguer les segments du contraste Ci-Cĩ, ce qui indique que le redéploiement du type 3 n'a pu être exécuté par les auditeurs naïfs. Au contraire, les locuteurs de l'AN se sont comportés de façon similaire à ceux de l'ES dans la perception de ce contraste, étant donné qu'aucun des deux groupes n'a pu discriminer ces phonèmes.

Dans la présente étude, le processus de nasalisation régressive a été décrit comme étant phonologique en AN et phonétique en ES. Cependant, les données obtenues par ces deux groupes de locuteurs pourraient appuyer une analyse où la nasalisation en AN est purement phonétique, tel que proposé par Cohn (1993), alors qu'en EC celle-ci serait phonologique. Si c'était le cas, la performance du groupe AN serait due à l'inexistence du trait [nasal] qui opère de façon phonologique dans le système vocalique de la L1 des locuteurs ainsi qu'à leur incapacité de redéployer le trait qui fonctionne de manière distinctive dans le système consonantique de leur L1 au système vocalique, comme c'est le cas pour les locuteurs de l'ES.

Cependant, les locuteurs de l'AN n'ont pas discriminé Ci-Cĩŋ à un niveau plus élevé que celui du hasard. Ceci pourrait avoir été causé par le processus de nasalisation de leur L1, suggérant leur incapacité de dissocier le trait [nasal] de la consonne suivant les voyelles nasales dans leur grammaire native. De plus, la performance du groupe ES était significativement plus élevée que celle du groupe AN pour les contrastes Ci-Cĩŋ et Cĩ-Cĩŋ. Ces différences entre le comportement des groupes AN et ES n'appuient pas l'hypothèse selon laquelle la nasalisation en AN serait phonétique comme en ES.



Finalement, le groupe AN était incapable de redéployer le trait [nasal] qui fonctionne de façon non-distinctive dans la L1 des locuteurs lorsqu'ils ont été exposés au contraste /i/-/ĩ/ pour la première fois, mais ils ont réussi à discriminer le contraste non-naïf /e/-/ẽ/. Ceci pourrait indiquer que, avec plus d'expérience dans la L2, (1) le trait [nasal] qui fonctionne de façon contrastive dans le système consonantique peut être redéployé au système vocalique ou (2) le trait [nasal] qui opère de manière non-distinctive dans le système vocalique de l'AN peut être redéployé au statut distinctif. De plus, bien que les locuteurs de l'AN n'aient pas réussi à discriminer les contrastes de la catégorie de structure syllabique, leur performance dans la catégorie d'illusion perceptuelle pour les contrastes des voyelles moyennes n'était pas significativement différente de celle des autres groupes, suggérant qu'ils n'ont pas perçu une coda nasale illusoire dans le contraste Ce-Cẽ. Cependant, les données obtenues dans la présente étude ne nous permettent pas de déterminer quelle option de redéploiement a aidé les locuteurs à percevoir ce dernier contraste.

### **5.3.2. Le cas de l'EC : Statut allophonique en contexte pseudo-distinctif**

La grammaire de l'EC possède le trait [nasal] pour les voyelles, fonctionnant de manière non-distinctive. Les locuteurs d'EC ont réussi à discriminer le contraste Ci-Cĩ, mais leur performance a différé significativement de celle du groupe AN, étant donné que ce dernier n'a pas réussi à en distinguer les phonèmes. Ceci suggère que, alors que le groupe AN n'a pas été capable de redéployer le trait du statut allophonique à distinctif, le groupe CS a réussi à le redéployer. En fait, leur performance n'a pas différé significativement de celle du groupe FR.

Une explication pour ce comportement particulier du groupe EC est que, alors que le trait [nasal] est allophonique, il peut s'appliquer dans un contexte pseudo-distinctif. Tel que rapporté précédemment, la consonne nasale peut être absorbée à la limite d'une syllabe ou d'un mot, ce qui mène à la production de voyelles nasales dans des syllabes ouvertes. Un exemple d'une paire minimale qui peut surgir si la coda nasale est élidée est le verbe *estar* conjugué à la troisième personne du singulier *está* [es.'ta] versus du pluriel *están* [es.'tã]. Le changement en cours causant l'élision des codas nasales ne semble pas avoir été complété

dans aucun dialecte de l'EC, ce qui aurait engendré des voyelles nasales phonémiques comme il est arrivé dans l'histoire de la langue FR<sup>1</sup> (Piñeros 2006), mais le contraste oral-nasal est présent de manière furtive. Cette ressemblance entre les allophones nasaux de l'EC et les phonèmes nasaux du FR semble avoir aidé les locuteurs de l'EC à redéployer le trait allophonique au statut distinctif.

Une différence importante existe en ce qui concerne les conditions de redéploiement pour chacun de ces groupes de langues pour la perception du phonème /ĩ/. D'une part, cette catégorie phonémique est absente de la grammaire du FR, alors les locuteurs ont besoin de redéployer le trait à partir d'une autre voyelle, tel que /ẽ/ ou /ẽ̃/, pour créer cette nouvelle catégorie. D'autres part, cette voyelle existe en tant qu'allophone dans la grammaire de l'EC. Par conséquent, les locuteurs de l'EC doivent redéployer le trait à partir de l'allophone [ĩ] pour créer la catégorie phonémique /ĩ/. Cependant, la performance des deux groupes n'a pas différé significativement dans la perception du contraste Ci-Cĩ, ce qui suggère que le redéploiement à travers les phonèmes et le redéploiement à partir d'un allophone en contexte pseudo-distinctif au statut distinctif portent le même degré de difficulté.

Lorsque les performances des groupes FR et EC dans la catégorie de contrastes de perception non-naïve sont comparées, il est possible d'observer que le comportement de ces deux groupes diffère. Le groupe EC a obtenu des taux de succès similaires dans les deux contrastes, ce qui reflète que les phonèmes /ĩ/ et /ẽ̃/ ont dû être créés en redéployant le trait à partir des allophones [ĩ] et [ẽ̃], respectivement, de la même manière. Alors que les deux groupes de locuteurs ont réussi à discriminer le contraste Ce-Cẽ̃, la performance du groupe FR a été significativement plus élevée que celle du groupe EC. Ceci est dû au fait que le groupe FR avait seulement besoin de redéployer le trait [nasal] dans le cas du contraste Ci-Cĩ. De plus, ceci indique que les allophones qui apparaissent en contexte pseudo-distinctif ne sont pas perçus comme des phonèmes et requièrent le redéploiement du trait [nasal]. Si [ĩ] et [ẽ̃] avaient été perçus en tant que phonèmes, on se serait attendu à ce que les locuteurs de l'EC

---

<sup>1</sup> En FR, *ŷ* vs. *VN* ont une signification différente (p.ex., bon [bɔ̃] vs. bonne [bɔn]), à l'opposé de *ŷ* vs. *VN* en EC (e.g., *están* [es.'tã] ou [es.'tãŋ] 'ils sont').

perçoivent les deux contrastes de la même façon que les locuteurs du FR ont perçu le contraste natif/presque-natif Ce-Cě.

### **5.3.3. Le domaine de nasalisation du trait allophonique**

Tel que discuté précédemment, bien que les groupes AN et EC possèdent tous deux le trait [nasal] au statut allophonique dans le système vocalique de leur L1, seulement les locuteurs de l'EC ont réussi à le redéployer au statut distinctif. La disparité entre la performance de ces deux groupes peut être expliquée par les différentes caractéristiques des processus de nasalisation inhérentes à chaque L1. D'une part, en AN, la nasalisation de la voyelle orale dans les séquences VN est gradiente et ne s'étend pas sur toute la voyelle, tel que montré par Cohn (1993) et Rochet et Rochet (1991). D'autre part, l'affaiblissement de la consonne nasale est une caractéristique primordiale de l'EC, étant donné que ce processus est étroitement lié au degré de nasalisation de la voyelle précédente. En EC, la nasalisation semble être catégorielle dû à l'affaiblissement de la coda nasale (Lederer 2003). Plus important encore, à la fin du continuum de ce processus, la consonne nasale peut aussi être élidée. À ce moment, le degré de nasalisation de la voyelle est à son plus haut niveau, ce qui donne naissance à des voyelles nasalisées de façon non-contextuelle en position finale de syllabe ou de mot, telles que celles appartenant au stimuli CŨ de l'expérience. Comme discuté dans la section précédente, le processus d'élision de la consonne nasale engendrant des allophones vocaliques nasaux en contexte pseudo-distinctif en EC a aidé ce groupe à créer des nouvelles catégories phonémiques.

Néanmoins, le processus d'élision de la consonne nasale existe aussi en AN. Alors pourquoi la performance des locuteurs de l'EC a-t-elle été significativement plus élevée que celle des locuteurs de l'AN? Les groupes EC et AN ne se sont pas comportés de la même façon possiblement dû à la différente structure syllabique du domaine de nasalisation dans le processus d'élision nasale dans chaque langue. L'élision de la coda nasale peut seulement avoir lieu dans un contexte spécifique en AN, tandis qu'elle peut s'effectuer dans un large ensemble de contextes en EC, tel qu'illustré dans le Tableau XXI. Plus précisément, en AN, la

consonne nasale ne peut pas être absorbée si elle n’est pas suivie d’une occlusive sourde tautosyllabique, alors qu’en EC, la coda nasale peut être élidée à la fin des syllabes ou des mots. En d’autres mots, alors qu’un allophone nasal pseudo-distinctif peut apparaître dans des syllabes ouvertes en EC, une voyelle nasale peut seulement apparaître dans des syllabes fermées en AN. Ceci suggère que, en ce qui concerne la perception naïve, le trait [nasal] qui fonctionne de manière allophonique peut seulement être redéployé à un phonème non natif si le trait opère sur des syllabes ouvertes pseudo-distinctives dans la L1 des auditeurs.

**Tableau XXI** : Élision de la coda nasale en AN et EC

(basé sur Cohn 1993, Cedergren et Sankoff 1975).

Le symbole «\*» signifie que  $\tilde{V}$  est variable et peut être réalisée comme  $\tilde{V}N$ .

Contexte	Anglais		Espagnol caribéen	
	Réalisation	Exemple	Réalisation	Exemple
_NC]	$\tilde{V}^*C\#$	[sɛt] ‘envoyé’	—	—
_N]C	—	—	$\tilde{V}^*]C$	['kã.po] ‘campagne’
_N#C	$\tilde{V}N\#C$	[ðɛn#twais] ‘alors deux fois’	$\tilde{V}^*\#C$	[kõ#fwe.go] ‘avec du feu’
_N#V	$\tilde{V}N\#V$	[ðɛn#wans] ‘alors une fois’	$\tilde{V}^*\#V$	[es.'tã#a.'ta.ðos] ‘ils sont attachés’
_N#	$VN\#$	[ðɛn] ‘alors’	$\tilde{V}^*\#$	[es.'tã] ‘ils sont’

## 6. Conclusion

Étant donné que le FM a seulement été corroboré pour les traits qui fonctionnent de façon contrastive dans le système consonantique, l'objectif de cette étude était de tester cette hypothèse pour les traits qui peuvent s'appliquer dans les systèmes vocalique et consonantique et qui peuvent avoir un statut distinctif ou non-distinctif. Celui-ci a été accompli en examinant la perception du contraste oral-nasal du PB par quatre groupes de langues (FR, AN, EC et ES). En FR, le trait [nasal] opère de façon distinctive sur les voyelles, tandis qu'en AN et en EC il a un statut allophonique et en ES ce trait est seulement présent dans le système consonantique, vu que la nasalisation sur les voyelles est purement phonétique. Par conséquent, trois options de redéploiement ont été avancées:

- (1) le redéploiement du trait [nasal] distinctif d'une voyelle de L1 à une voyelle de L2,
- (2) le redéploiement du trait [nasal] distinctif d'une consonne de L1 à une voyelle de L2,
- (3) le redéploiement du trait [nasal] allophonique d'un allophone de L1 à un phonème de L2.

La perception naïve du contraste /i/-/ĩ/ nous a permis de tester ces différentes options et de mieux comprendre le redéploiement du trait [nasal] par des auditeurs dont la grammaire de la L1 diffère en ce qui concerne la nasalité. En effet, comme tous les groupes ont été capables de discriminer le contraste non-naïf /e/-/ẽ/, il n'aurait pas été possible de déterminer quelle type de redéploiement a opéré dans chaque langue en n'examinant que la perception non-naïve du contraste oral-nasal.

Les données obtenues pour la discrimination de /i/-/ĩ/ nous permettent de tirer les conclusions suivantes pour la première exposition à un contraste non natif. En premier lieu, le trait [nasal] fonctionnant de façon distinctive dans la grammaire d'une certaine L1 peut être redéployé au sein du système vocalique, tel qu'a reflété le comportement des locuteurs du FR. Deuxièmement, le trait [nasal] qui opère de manière distinctive dans la grammaire d'une certaine L1 ne semble pas pouvoir être redéployé à travers les systèmes (consonne à voyelle), tel que montré par les résultats du groupe ES. Enfin, le trait [nasal] opérant de façon non-

distinctive dans la grammaire d'une certaine L1 peut être ou ne pas être redéployé au statut distinctif, tel que démontré par les différentes performances des groupes AN et EC. Néanmoins, tous les groupes de langues ont réussi à discriminer le contraste non-naïf /e/-/ẽ/, indiquant que les trois types de redéploiement s'avèrent possibles avec davantage d'expérience dans la L2.

Les résultats rapportés dans cette étude ont plusieurs implications pour le FM. Premièrement, les traits distinctifs qui s'appliquent sur les voyelles se comportent de la même manière que ceux qui s'appliquent sur les consonnes en ce sens qu'ils peuvent être redéployés au sein du même système (vocalique ou consonantique) à la première exposition au phonème non natif. Puis, les traits distinctifs peuvent aussi être redéployés d'un système à un autre, notamment du système consonantique au système vocalique, avec plus d'expérience dans la L2. De plus, l'hypothèse du FM ne s'applique pas seulement aux traits distinctifs, mais aussi aux traits allophoniques qui semblent pouvoir être redéployés au statut distinctif, comme suggéré précédemment par Curtin et al. (1998). Plus précisément, la présente étude indique que les traits allophoniques qui opèrent dans des syllabes ouvertes pseudo-distinctives peuvent être redéployés, comme en EC, tandis que ceux qui s'appliquent dans des syllabes fermées ne peuvent pas l'être, comme en AN, du moins en perception naïve.

Certaines questions restent encore à être élucidées. En ce qui concerne la perception naïve de contrastes non natifs, les modèles FM et PAM pourraient être testés ensemble afin de déterminer si, lorsqu'ils sont exposés à un contraste presque-natif, les auditeurs redéploient le trait à partir du son le plus proche de la L1 ou s'ils assimilent le phonème presque-natif au phonème le plus proche de la L1. Ces possibilités ont été discutées dans la section 5.1 concernant la perception du contraste presque-natif /e/-/ẽ/, contrairement au contraste natif /ε/-/ẽ/, par les locuteurs du FR européen. En ce qui a trait à la perception non-naïve (expérimentée), les données de la présente étude ne nous ont pas permis de confirmer si les locuteurs de l'AN étaient capables de redéployer le trait [nasal] distinctif pour les consonnes au système vocalique ou plutôt le trait allophonique opérant sur des voyelles de leur L1 au statut distinctif. En dernier lieu, la performance du groupe ES dans la perception non-naïve

peut être interprétée de deux façons : (1) le trait [nasal] distinctif a été redéployé en une seule étape du système consonantique au système vocalique ou (2) le trait [nasal] distinctif a premièrement été redéployé au système vocalique avec un statut allophonique et puis du statut allophonique au statut distinctif. Afin de répondre aux questions concernant les groupes AN et ES, ces derniers pourraient être testés à plusieurs stades d'acquisition pour permettre une meilleure observation des similarités et des différences de perception dans les catégories de contrastes de perception non-naïve et d'illusion perceptuelle.

## Bibliographie

- Archibald, J. (2004). Interfaces in the prosodic hierarchy: New structures and the phonological parser. *International Journal of Bilingualism*, 8(1), 29-50.
- Beddor, P. S., & Strange, W. (1982). Cross-language study of perception of the oral–nasal distinction. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 71(6), 1551-1561.
- Best, C. T. (1995). A direct realist view of cross-language speech perception. Dans Strange, W. (Ed.), *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*, 171-204. Baltimore: York Press.
- Best, C. T., McRoberts, G. W., & Goodell, E. (2001). Discrimination of non-native consonant contrasts varying in perceptual assimilation to the listener's native phonological system. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 109(2), 775-794.
- Best, C. T., Hallé, P. A., Bohn, O. S., & Faber, A. (2003). Cross-language perception of nonnative vowels: Phonological and phonetic effects of listeners' native languages. Dans les Actes de *The 15th international congress of phonetic sciences*, 2889-2892.
- Best, C. T., McRoberts, G. W., & Sithole, N. M. (1988). Examination of perceptual reorganization for nonnative speech contrasts: Zulu click discrimination by English-speaking adults and infants. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, 14(3), 345.
- Best, C.T. & Strange, W. (1992). Effects of phonological and phonetic factors on cross-language perception of approximants. *Journal of Phonetics*, 20, 305–30.
- Best, C. T., & Tyler, M. D. (2007). Nonnative and second-language speech perception: Commonalities and complementarities. Dans Bohn, O.-S. & Monro, M. (Eds.), *Language experience in second language speech learning: In honor of James Emil Flege*, 13-34. Philadelphia: J. Benjamins Pub.
- Boersma, P. & Weenink, D. (2015). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 5.3.52, retrieved 10 July 2014 from <http://www.praat.org/>



- Brannen, K. (2011). *The perception and production of interdental fricatives in second language acquisition*. Doctoral dissertation, McGill University.
- Broselow, E. & Finer, D. (1991). Parameter setting in second language phonology and syntax. *Second Language Research*, 7(1), 35-59.
- Brown, C. A. (1998). The role of the L1 grammar in the L2 acquisition of segmental structure. *Second Language Research*, 14(2), 136-193.
- Brown, C. (2000). The interrelation between speech perception and phonological acquisition from infant to adult. *Second language acquisition and linguistic theory*, 4-63.
- Burnham, D. K. (1986). Developmental loss of speech perception: Exposure to and experience with a first language. *Applied Psycholinguistics*, 7(03), 207-239.
- Cedergren, H. & Sankoff. 1975. Nasals: A sociolinguistic study of change in progress. Dans Ferguson, C., Hyman, L. & Ohala, J. (Eds.), *Papers from a Symposium on Nasals and Nasalization*, 67-80.
- Clements, G., & Hume, E. (1995). The internal organization of speech sounds. Dans Clements, G. N., Hume, E., & Goldsmith, J., *The handbook of phonological theory*, 245-306.
- Cohn, A. C. (1993). Nasalisation in English: Phonology or phonetics. *Phonology*, 10(01), 43-81.
- Colantoni, L., & Kochetov, A. (2012). Nasal variability and speech style: An EPG study of word-final nasals in two Spanish dialects. *Italian Journal of Linguistics/Rivista di Linguistica*, 24, 11-42.
- Colantoni, L., & Steele, J. (2008). Integrating articulatory constraints into models of second language phonological acquisition. *Applied Psycholinguistics*, 29(03), 489-534.
- Clumeck, H. (1975). A cross-linguistic investigation of vowel nasalization: An instrumental study. Dans *Nasalfest. Papers From a Symposium on Nasals and Nasalization*, 133-152.
- Curtin, S., Goad, H., & Pater, J. V. (1998). Phonological transfer and levels of representation: The perceptual acquisition of Thai voice and aspiration by English and French speakers. *Second Language Research*, 14(4), 389-405.

- Delvaux, V. (2006). Production des voyelles nasales en français québécois. Dans *XXVIe Journées d'études sur la parole*, 383-386.
- Delvaux, V. (2012). *Les voyelles nasales du français: aérodynamique, articulation, acoustique et perception*. Bruxelles: Peter Lang.
- Delvaux, V., Demolin, D., Harmegnies, B., & Soquet, A. (2008). The aerodynamics of nasalization in French. *Journal of Phonetics*, 36(4), 578-606.
- D'Introno, F. & Sosa, J. M. (1988). Elisió de nasal o nasalizació de vocal en caraqueño. Dans Hammond, R. & Resnick, M. (Eds.), *Studies in Caribbean Spanish Dialectology*, 24-34.
- Donegan, P. J., & Stampe, D. (1978). The syllable in phonological and prosodic structure. *Syllables and segments*, 25-34.
- Dow, M. (2014). *Contrast and markedness among nasal(ized) vowels: A phonetic-phonological study of French and Vimeu Picard*. Thèse doctorale, Indiana University.
- Fails, W. (2011). O grau de nasalização das vogais oronasais no português paulistano e no espanhol mexicano: Um estudo experimental comparativo. *Hispania*, 94(3), 443-461.
- Ferguson, C. A. (1963). Assumptions about nasals: A sample study in phonological universals. *Universals of language*, 53, 60.
- Flege, J. E. (1995). Second language speech learning: Theory, findings, and problems. Dans Strange, W. (Ed.), *Speech perception and linguistic experience: Issues in cross-language research*, 233-277. Baltimore: York Press.
- Flege, J. E., Munro, M. J., & Fox, R. A. (1994). Auditory and categorical effects on cross-language vowel perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 95(6), 3623-3641.
- Gerrits, P. A. M. (2001). *The categorisation of speech sounds by adults and children*. Utrecht, The Netherlands: LOT.
- Gigliotti De Sousa, M. G. (1994). *Para a caracterização fonético-acústica da nasalidade no português do Brasil*. Mémoire de maîtrise, Universidade Estadual de Campinas.
- Goto, H. (1971). Auditory perception by normal Japanese adults of the sounds "L" and "R". *Neuropsychologia*, 9(3), 317-323.

- Gottfried, T. (1983). Effects of consonant context on the perception of French vowels. *Journal of Phonetics*, 12, 91-114.
- Hallé, P. A., Best, C. T., & Levitt, A. (1999). Phonetic <i> vs.</i> phonological influences on French listeners' perception of American English approximants. *Journal of Phonetics*, 27(3), 281-306.
- Hancin-Bhatt, B. (1994). Segment transfer: A consequence of a dynamic system. *Second Language Research*, 10(3), 241-269.
- Harris, J. W. (1969). *Spanish phonology*. Cambridge, Mass: M.I.T. Press.
- Jackson, S., & Archibald, J. (2010). Phonological representations and perception of L2 contrasts. *New Sounds*, 215-220.
- Keating, Patricia A. (1988). Underspecification in phonetics. *Phonology*, 5, 275-292.
- Krakow, R. A., Beddor, P. S., Goldstein, L. M., & Fowler, C. A. (1988). Coarticulatory influences on the perceived height of nasal vowels. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 83(3), 1146-1158.
- Kuhl, P. K., Conboy, B. T., Padden, D., Nelson, T., & Pruitt, J. (2005). Early speech perception and later language development: Implications for the "Critical Period". *Language Learning and Development*, 1(3-4), 237-264.
- Kulikov, V. (2010). Features, cues, and syllable structure in the acquisition of Russian palatalization by L2 American learners. *New Sounds*, 275-280.
- Kurath, H. (1977). *A phonology and prosody of modern English*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- LaCharité, D., & Prévost, P. (1999). Le rôle de la langue maternelle et de l'enseignement dans l'acquisition des segments de l'anglais langue seconde par des apprenants francophones. *Langues et linguistique*, 25, 81-109.
- Lahiri, A. and Marslen-Wilson, W. 1991. The mental representation of lexical form: A phonological approach to the recognition lexicon. *Cognition*, 38, 245-94.
- Larson-Hall, J. (2004). Predicting perceptual success with segments: A test of Japanese speakers of Russian. *Second Language Research*, 20(1), 33-76.

- Lederer, J. (2003). The diachronic coronal-velar nasal relationship. Dans les Actes de *The 15th International Congress of Phonetic Sciences*, 2801-2804.
- Lisker, L., & Abramson, A. S. (1970). The voicing dimension: Some experiments on comparative phonetics. Dans les Actes de *The 6th International Congress of Phonetic Sciences*. Prague: Academia.
- Maeda, S. (1993). Acoustics of vowel nasalization and articulatory shifts in French nasal vowels. *Phonetics and phonology*, 5, 147-167.
- MacKain, K. S., Best, C. T., & Strange, W. (1981). Categorical perception of English /r/ and /l/ by Japanese bilinguals. *Applied Psycholinguistics*, 2(4), 369-390.
- Maddieson, I. (1984). *Patterns of sounds*. Cambridge university press.
- Mah, J., & Archibald, J. (2003). The acquisition of L2 length contrasts. Dans les Actes de *The 6th Generative Approaches to Second Language Acquisition Conference*, 208-212.
- Martin, P. (2002). Le système vocalique du français du Québec. De l'acoustique à la phonologie. *La linguistique*, 38(2), 71-88.
- Matthews, J. (1997). The influence of pronunciation training on the perception of second language contrasts. *International review of applied linguistics*, 35(2), 223-229.
- Matthews, J., & Brown, C. (1998). Qualitative and quantitative differences in the discrimination of second language speech sounds. Dans les Actes de *The 22nd Annual Boston University Conference on Language Development*, 499-510.
- McCarthy, J. (2008) The gradual path to cluster simplification. *Phonology*, 25, 271-319.
- Miyawaki, K., Jenkins, J. J., Strange, W., Liberman, A. M., Verbrugge, R., & Fujimura, O. (1975). An effect of linguistic experience: The discrimination of [r] and [l] by native speakers of Japanese and English. *Perception & Psychophysics*, 18(5), 331-340.
- Moraes, J. A. (1997). Vowel Nasalization in Brazilian Portuguese: An Articulatory Investigation. Dans les Actes de *The Eurospeech '97*, 2, 733-36.
- Ohala, J. J., & Ohala, M. (1995). Speech perception and lexical representation: The role of vowel nasalization in Hindi and English. Phonology and Phonetic Evidence. *Papers in Laboratory Phonology*, 4, 41-60.

- Polka, L., & Werker, J. F. (1994). Developmental changes in perception of nonnative vowel contrasts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(2), 421.
- Quilis, A. (1993). *Tratado de fonética y fonología españolas*. Madrid: Gredos.
- Rochet, A. P., & Rochet, B. L. (1991). Acoustical analysis of nasal resonance patterns in speech. *Canadian Acoustics*, 19(4), 89-90.
- Sampson, R. (1999). *Nasal vowel evolution in Romance*. Oxford: Oxford University Press.
- Solé, M. J. (1992). Phonetic and phonological processes: The case of nasalization. *Language and Speech*, 35(1-2), 29-43.
- Strange, W. (2011). Automatic selective perception (ASP) of first and second language speech: A working model. *Journal of phonetics*, 39(4), 456-466.
- Summerell, F. S. (2010). The L2 Acquisition of Japanese Length Contrasts. *New Sounds*, 475-480.
- Terrell, T. (1975). La nasal implosiva y final en el español de Cuba. *Anuario de Letras*, (13), 257-271.
- Teyssier, P., & Cunha, C. F. (1982). *História da língua portuguesa*. Lisboa: Sa da Costa.
- Van Hessen, A. J., & Schouten, M. E. H. (1999). Categorical perception as a function of stimulus quality. *Phonetica*, 56(1-2), 56-72.
- Van Reenen, P. (1982). *Phonetic Feature Definitions: Their integration into phonology and their relation to speech; a case study of the feature NASAL*. Walter de Gruyter.
- Werker, J. F., Gilbert, J. H., Humphrey, K., & Tees, R. C. (1981). Developmental aspects of cross-language speech perception. *Child development*, 349-355.
- Werker, J. F., & Lalonde, C. E. (1988). Cross-language speech perception: Initial capabilities and developmental change. *Developmental psychology*, 24(5), 672.
- Werker, J. F., & Tees, R. C. (1984). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant behavior and development*, 7(1), 49-63.

- White, L. (1988). Universal Grammar and language transfer. Dans Pankhurst, J., Sharwood Smith, M. and Van Buren, P. (Eds.), *Learnability and second languages: a book of readings*. Dordrecht: Foris.
- Zue, V. W., & Laferriere, M. (1979). Acoustic study of medial/t, d/in American English. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 66(4), 1039-1050.

